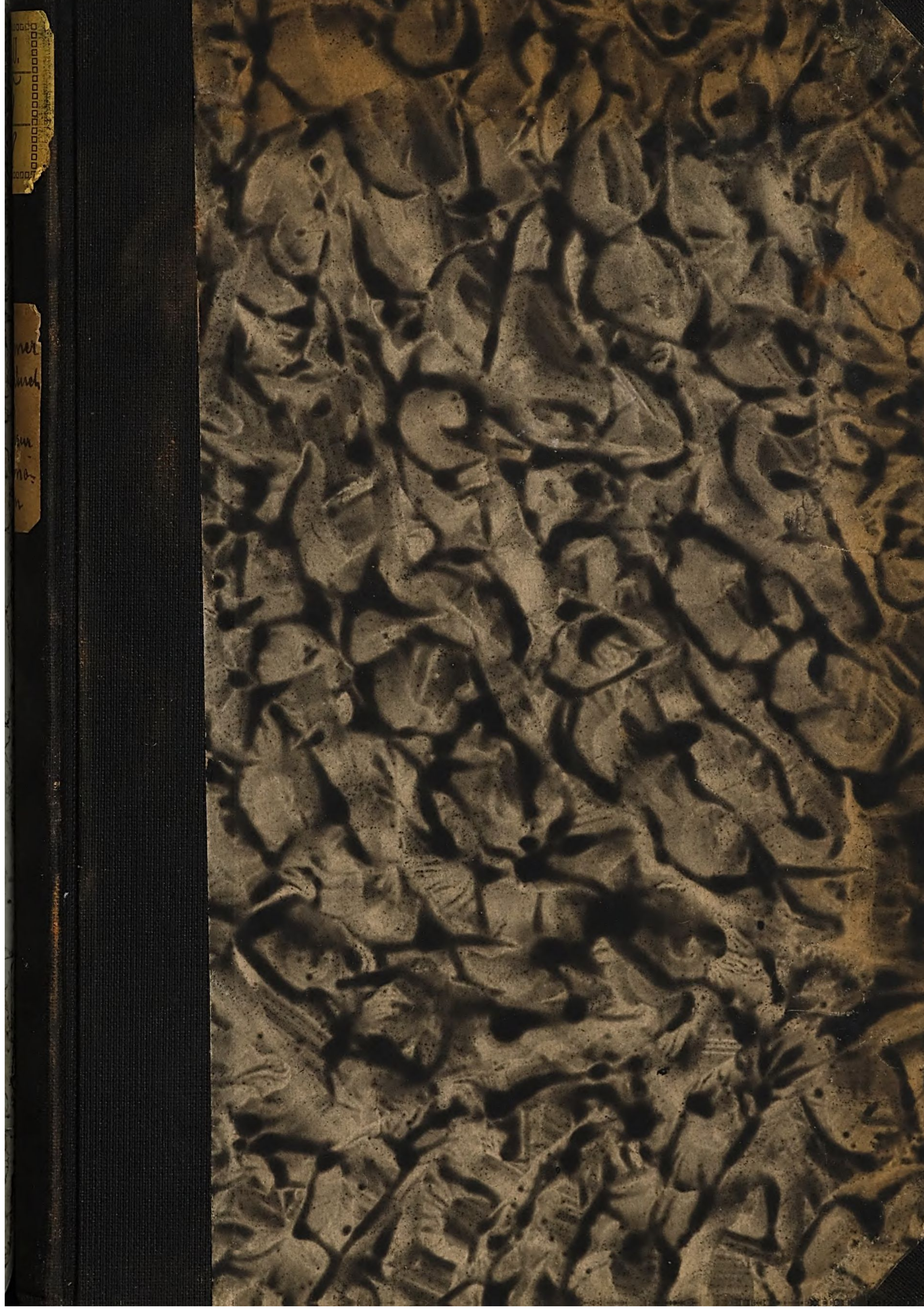




Ashe, N.

35 ~~gl~~

Brenner

Bayerische Staatsbibliothek



<36649763230013

Handbuch für Amateur-Astronomen.



Kgl. Leants bibliothek

• München

*Astr. u.
35 gf.*

Handbuch

für

Amateur-Astronomen.

Leichtfassliche
und allgemein verständliche Anleitungen für Laien, welche
astronomische Beobachtungen machen wollen,
und praktische Behelfe zum Beobachten für bereits tätige
Amateure.

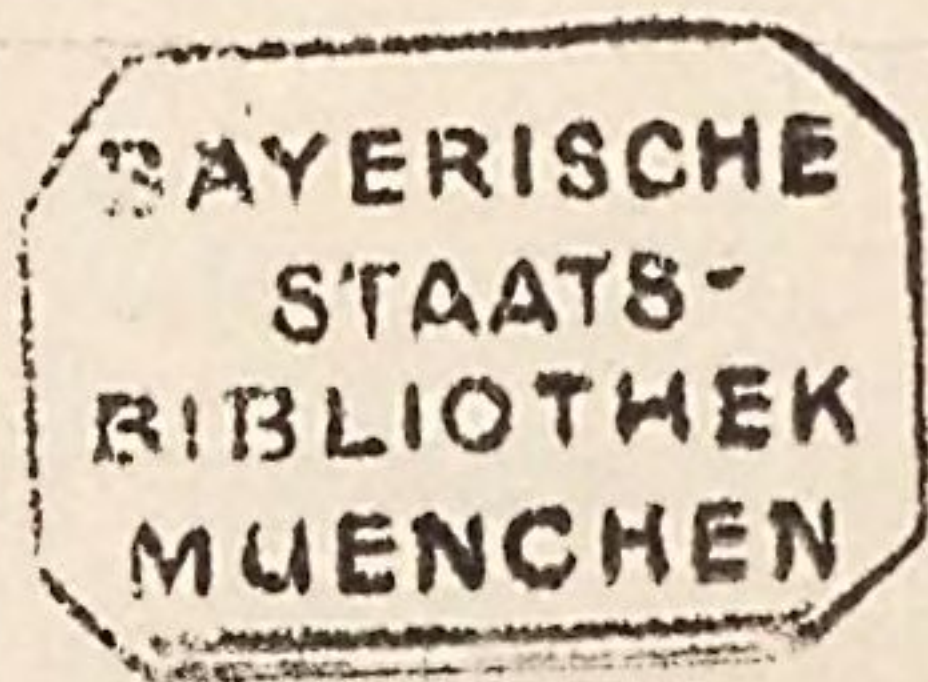
Von

Leo Brenner,
Direktor der Manora-Sternwarte.

Mit 69 Abbildungen.



Leipzig 1898
Eduard Heinrich Mayer
(Einhorn & Jäger).



Der Verfasser behält sich alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht, vor.

Der

grossmütigen Förderin astronomischer Forschungen

Miss Catherine Wolfe Bruce

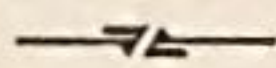
in dankbarer Verehrung

gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort.



Das Erscheinen dieses Buches bedarf keiner Rechtfertigung, denn es füllt eine Lücke aus, die bisher von allen angehenden oder bereits tätigen Amateuren schmerzlich empfunden worden ist.

Sein Zweck ist ein doppelter: einerseits soll es den Laien in Stand setzen, astronomischer Beobachter zu werden, ohne Astronomen durch Fragen belästigen zu müssen; andererseits soll es dem bereits tätigen Amateur ein nützliches Nachschlagebuch bieten, in dem er alles vereint findet, was er sich sonst aus einem Dutzend Werke mühsam und mit Zeitverlust zusammensuchen müsste, sowie auch Vieles, was er überhaupt in jedem anderen Buche vergeblich suchen würde. Das Buch ist mithin als eine praktische Ergänzung des im gleichen Verlage erschienenen Klein'schen Werkes: »Führer am Sternenhimmel«, gedacht.

Um den erstgenannten Zweck zu erreichen, habe ich den Laien in einer für ihn verständlichen Sprache, eventuell unterstützt durch Beispiele und unter beständiger Erklärung etwa fremder Ausdrücke und Angaben, zunächst mit den Erfordernissen einer Privatsternwarte bekannt gemacht und ihm dann jene Anleitungen gegeben, welche es ihm ermöglichen, praktisch zu beobachten, selbst wenn er noch nie zuvor Instrumente gesehen hätte.

Behufs Erreichung des zweiten Zweckes habe ich dem Amateur einerseits alle jene Berechnungen zusammengestellt, welche er braucht (und zwar in einer derart fasslichen und leichtverständlichen Weise, dass selbst Amateure ohne Kenntnis der Algebra und Trigonometrie die betreffenden Rechnungen durchführen können!), und ihm andererseits eine Reihe von Tafeln geboten, aus denen er schnell und übersichtlich alle in Frage kommenden Hilfswerte u. dergl. entnehmen kann.

Dem Buche ist auch ein Bogen mit karrirtem Schreibpapier beigeheftet, welcher auf der letzten Seite zur Aufzeichnung der Beobachtungsmittel etc. des Lesers bestimmt ist, während die übrigen Seiten dazu dienen sollen, den Leser in Stand zu setzen, etwa für sein Spezialfach nötige oder interessante Formeln, Tafeln, Neubestimmungen von Konstanten oder sonstige Notizen einzuschreiben.

Ich hoffe, mein vorgestecktes Ziel vollständig erreicht zu haben; wenigstens hat ein Amateur, der Gelegenheit hatte, mein Manuskript zu durchblättern, sich dahin geäußert, »dass er noch nie etwas so Praktisches gesehen habe, und dass alle Anleitungen so fasslich, einleuchtend und leichtverständlich seien, dass selbst der Unwissendste im Stande sein müsse, nach diesem Buche ein tüchtiger Beobachter und Rechner zu werden«.

Sollten die übrigen Leser dasselbe Urteil fällen, so wird es mich herzlich freuen, auf diese Weise zur Vermehrung der Zahl astronomischer Amateure und zur Popularisirung der schönsten aller Wissenschaften das Meinige beigetragen zu haben.

Lussinpiccolo (Istrien), 10. April 1898.

Leo Brenner.



Erster Teil.

Die Privatsternwarte und ihre Ausrüstung.

1. Die Sternwarte.*)

Will man in der Astronomie grosse Erfolge erzielen, so müssen sich drei Faktoren zusammenfinden: erstens ein geschickter Beobachter mit geübten, (astronomisch) scharfen Augen; zweitens günstige Luftverhältnisse; drittens ein tadelloses Fernrohr.

Was den ersten Faktor betrifft, so wird jeder intelligente Beobachter nach längerer Übung auch ein vorzüglicher werden, wenn es die Beschaffenheit seines Auges gestattet. Dieser letztere Umstand, der bisher viel zu wenig berücksichtigt wurde, ist von höchster Wichtigkeit, wie ich in Nr. 263 des »Observatory« nachgewiesen habe.

Ein fehlerhaftes Auge lässt sich leider nicht verbessern.

Der dritte Faktor ist noch am leichtesten zu beschaffen, da die optische Kunst bereits einen hohen Grad erreicht hat, und ausgezeichnete Fernrohre nicht selten sind.

Schwieriger steht es aber mit dem zweiten Faktor, wenigstens für den Privatastronomen, weil letzterer gewöhnlich an die Scholle gebunden ist. Nur selten wird daher eine Privatsternwarte von vornherein eine günstige Lage erhalten können. Das kann nur dort geschehen, wo der Privatastronom reich, unabhängig und entsagend genug ist, seine Sternwarte gerade auf einem solchen Punkte zu erbauen, wo er hoffen kann, die günstigsten Luftverhältnisse zu finden. In einer solchen Lage befand sich z. B. der Amerikaner Lowell, welcher Amerika, Afrika und Europa bereiste, um den astronomisch günstigsten Punkt ausfindig zu machen. (Allerdings ging er dabei sehr oberflächlich vor, so dass seine schliesslich gewählten Punkte Flagstaff und Mexiko gerade nicht als das Eldorado astronomischer Luft betrachtet werden können.)

Auch ich habe, bevor ich Lussin für die Manora-Sternwarte in Vorschlag brachte, vorher Görz, Triest, Fiume, Abbazia, Pola, Ragusa, Spalato, Lissa, Lesina und Castelnovo in dieser Beziehung untersucht und mit der

*) Der Laie sei hier gleich darauf aufmerksam gemacht, dass er in der letzten Tafel (XXIII) dieses Werkes eine **Erklärung der astronomischen Zeichen und Abkürzungen** findet.

Wal von Lussinpiccolo den Vogel abgeschossen; denn heute kann es wohl als unbestrittene Tatsache angesehen werden, dass keine andere Sternwarte der Welt so günstig gelegen ist, wie die unsrige. Weder auf der Lick-Sternwarte, noch auf der Boyden-Station (Arequipa), noch auf der Lowell-Sternwarte, noch auf jener von Nizza war es je möglich, Planeten in einer Höhe von nur 8 Grad über dem Horizont an den stärksten Vergrößerungen (830 fach) zu beobachten, so wie bei uns. (Bei solchen Vergrößerungen versteht es sich von selbst, dass die Ränder des Planeten noch ruhig sein mussten!)

Was nämlich die Beobachtungen am meisten hindert, ist die Unruhe und die Unreinheit der Luft. Erstere entsteht überall dort, wo unausgeglichene Luftströmungen oder Winde herrschen; letztere hängt mit dem Staub und Rauch der Umgebung zusammen. In Lussin z. B. giebt es weder Staub noch Rauch, Nebel sind unbekannt, die Luft meist auffallend trocken, und die insulare Lage bringt es mit sich, dass die Luftströmungen meist sehr ausgeglichen sind. (Daher ist auch zwischen Nacht- und Tages-Temperatur der Unterschied nur ein unbedeutender, Tau folglich sehr selten.)

Am ungünstigsten sind deshalb die Luftverhältnisse in grossen Binnenstädten. Dort ist die Luft durch Rauch und Staub verpestet, und die Konfiguration der Umgebung mit ihren Vegetationsunterschieden (Felder, Wälder) bewirken unausgeglichene Luftströmungen. Besser ist deshalb eine Sternwarte auf einem Berge daran, weil sie reinere Luft hat. Die hohe Lage allein genügt aber nicht, wenn die geographische Gestaltung der Umgebung Luftströmungen verschiedener Wärme hervorruft, oder wenn die Luft feucht ist.

Ist also ein Amateur nicht durch andere Rücksichten an einen bestimmten Ort gebunden, so hat er bei der Wahl der Situierung seiner Sternwarte darauf zu achten,  dass die Luft trocken, staub- und rauchfrei sei, dass möglichst selten Nebel und Winde herrschen, sowie dass die Luftströmungen kein Wallen der Atmosphäre verursachen, und dass der Temperaturunterschied zwischen Tag und Nacht ein möglichst geringer sei. 

Was die Beurteilung der Güte der Luft betrifft, so will ich dem Leser hier die Skala mitteilen, nach welcher sie bei uns in Abwesenheit des Mondes taxirt wird:

Luft 1. Sämtliche Sterne bis auf 5 Grad über dem Horizont sind vollkommen ruhig.

Luft 2. Ebenso bis auf 20 Grad über dem Horizont.

Luft 3. » » » 45 » » » »

Luft 4. » » » 70 » » » »

Luft 5. Alle Sterne funkeln, oder die Luft ist dunstig, oder feine Wolken bedecken den Himmel.

Luft 6. Der Himmel ist mit dichten Wolken bedeckt.

Wenn der Mond am Himmel steht, stellt sich die Skala folgendermassen:

Luft 1. Selbst die stärksten Okulare geben, auf den Mond angewendet, vollständig scharfe Bilder.

Luft 2. Okulare von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ " Brennweite geben vollständig scharfe Bilder (immer auf den Mond angewendet).

Luft 3. Ebenso Okulare von $\frac{2}{5}$ — $\frac{1}{3}$ " Brennweite.

Luft 4. » » » $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{2}$ " »

Luft 5. Es lassen sich nur Okulare unter $\frac{3}{4}$ " Brennweite verwenden. (Und wie oben bez. der Sterne.)

Als Anhaltspunkt mag gelten, dass am europäischen Kontinent diese Skalen um je eins verschoben werden (also unsere Luft 2 dort als Luft 1 erscheint) und in England, Nord- und Osteuropa um zwei Grade (also unsere Luft 3 dort als Luft 1 bezeichnet werden würde).

Hat sich der Amateur für den Ort entschieden, wo er seine Sternwarte errichten will, so muss er bei der Anlage derselben sehr vorsichtig sein. Jedenfalls sehe er darauf, dass er gegen Süden, Südost und Südwest mindestens bis 45 Grad freie Aussicht habe, und dass es ihm möglich sei, den Polarstern zu sehen. Je freier die Aussicht, desto besser natürlich. *)

Wenn es möglich ist, vermeide er, sein Fernrohr hoch über dem Erdboden aufzustellen. Je weniger hoch es steht, desto stabiler wird es sein. Am besten ist es natürlich, wenn er einen eigenen Beobachtungsraum hat — was bei Fernrohren von 4" und 5" sehr wünschenswert, bei solchen von 6" und darüber sogar unerlässlich ist. Ein solcher Beobachtungsraum kann entweder eine Kuppel oder eine Drehtrommel erhalten. Erstere ist eleganter und in mancher Beziehung praktischer, letztere billiger und bequemer. Teurer (aber dauerhafter) ist natürlich Eisenkonstruktion, doch sollte selbst bei einem billigeren Holzbaue das Dach stets mit Zink gedeckt sein. Dachpappe und geteertes Segeltuch sind nicht empfehlenswert. Der sommerlichen Hitze halber ist es ratsam, die Kuppel oder Trommel blendend weiss zu lackiren. Die Dachklappe oder Seitenklappe sollte 1 Meter breit und so weit verschiebbar sein, dass auch Zenithal-Beobachtungen gemacht werden können. **) Die Drehtrommel oder Drehkuppel, welche entweder durch Zahnradübersetzung oder, wie bei uns, durch Eisenstange gedreht wird, kann bei kleinerem Durchmesser (2—3 Meter) auf Kanonenkugeln rollen, doch sind Räder in jedem Falle vorzuziehen. (Siehe Fig. 2.) Besonders achte man aber darauf, dass der Regen nicht durch die Dachklappe oder bei den Rollen hereindringen kann.

Die Grösse des Beobachtungsraumes wird durch die Grösse des Fernrohres bestimmt. Man nehme als Regel, dass im Minimum der Durchmesser (also auch die Höhe) des Beobachtungsraumes um 120 Centimeter grösser

*) Sehr ungünstig wäre es jedoch, wenn der Beobachter vor sich in einer Entfernung bis zu 2 Kilometern stark rauchende Schornsteine oder staubaufwirbelnde Strassen hätte. Auch das Vorhandensein von vielen Häusern in jener Richtung würde die Luftverhältnisse in der ungünstigsten Weise beeinflussen.

**) Fig. 1 zeigt unsere Sternwarte; wie der Leser sieht, ist der Beobachtungsraum nebst der Drehtrommel aus Holz. Die Seitenklappe (1 Meter breit) ist offen, die Dachklappe zurückgeschoben. Das hat den Vorteil, dass ich bei Beobachtungen über 45 Grad nur die Dachklappe, bei solchen unter 45 Grad nur die Seitenklappe zu öffnen brauche.

sein muss, als die Länge des Fernrohres beträgt. Es ist aber jedermann dringend anzuraten, jenen so gross zu machen als nur möglich: erstens wegen der grösseren Bequemlichkeit und zweitens wegen der Möglichkeit, später auch ein grösseres Instrument aufzustellen.*) Auch sollte der

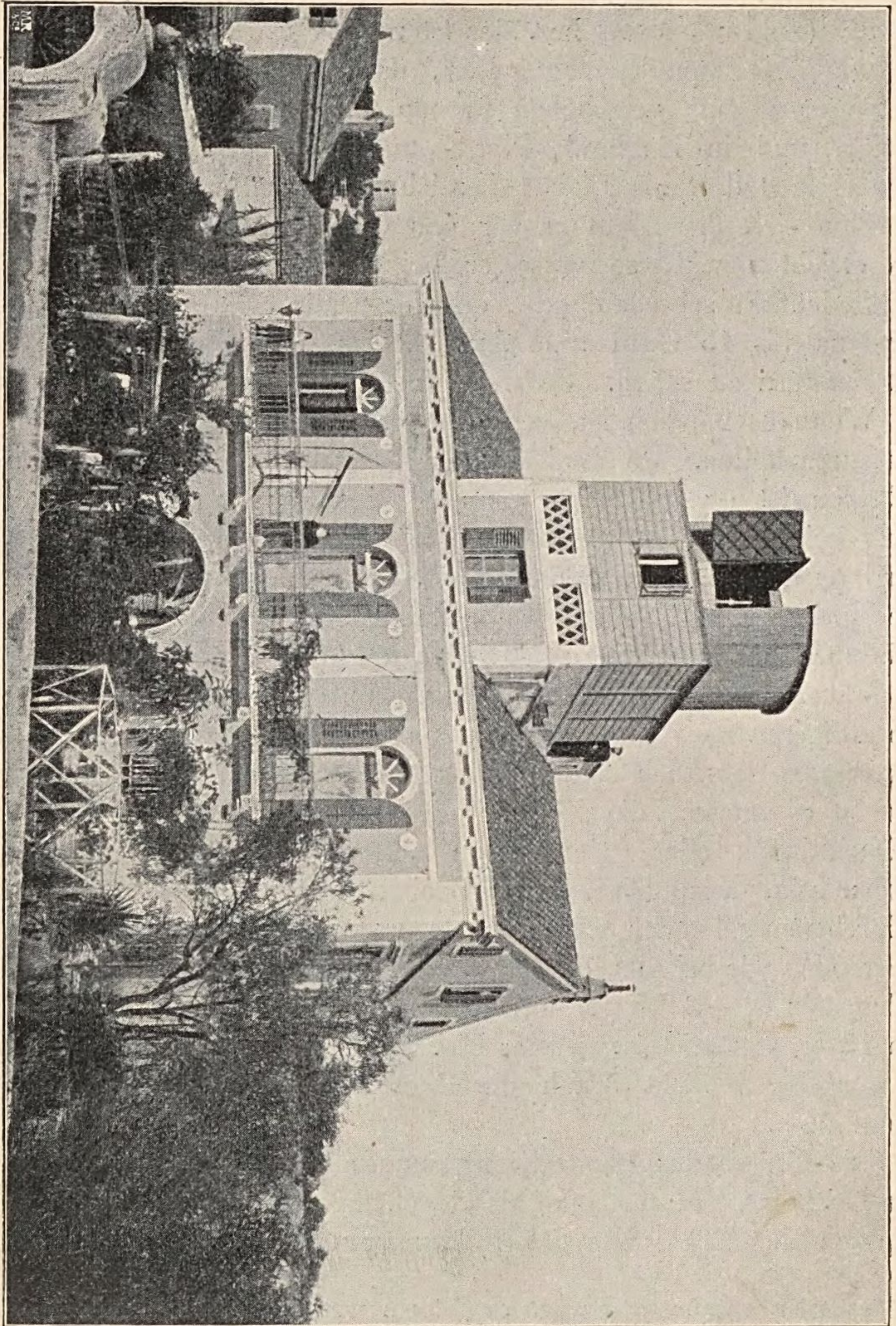


Fig. 1. Manora-Sternwarte.

*) Sehr viele Beobachter schaffen sich nach und nach immer grössere Instrumente an. Ein lehrreiches Beispiel in dieser Beziehung ist Herr Nielsen in Kopenhagen, dessen Sternwarte erst einen $2\frac{3}{4}$ -Zöller, dann einen 5-Zöller, dann einen 6-Zöller, dann einen $7\frac{1}{2}$ -Zöller, zuletzt einen 10-Zöller enthielt, wobei sie ihm aber schon zu klein wurde, weshalb sie für den 10-Zöller einem Neubau Platz machen musste, der aber gross genug gehalten ist, um später auch einen 12-Zöller aufstellen zu können. Man sieht: »Der Appetit kommt mit dem Essen!«

Amateur mit der Möglichkeit rechnen, eine Taukappe und ein Spektroskop anbringen zu können.

Wer über kein parallaktisch montirtes oder überhaupt nur über ein kleines Instrument verfügt, das er selbst von einem Zimmer ins andere tragen

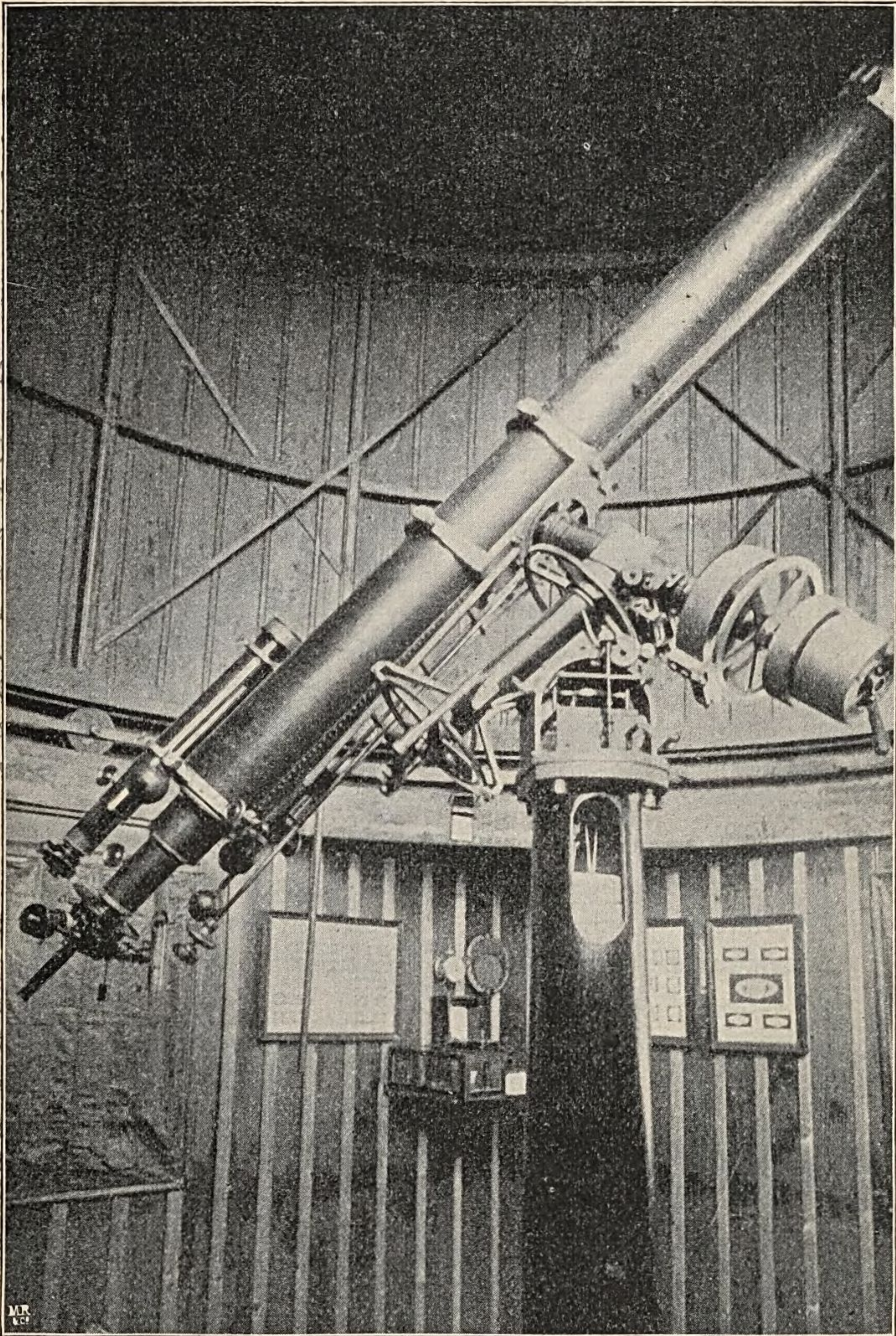


Fig. 2. Refraktor der Manora-Sternwarte.

oder schieben kann, der bedarf natürlich keines eigenen Beobachtungsraumes. Er soll aber dann ein solches Zimmer wählen, dessen Fenster gegen Süden — oder wenigstens Südost oder Südwest — gehen, weil alle Gestirne von Ost über Süd nach West ziehen (die Circumpolarsterne ausgenommen, die gegen

Norden zu beständig am Himmel sichtbar sind). Auch achte er darauf, dass die Luft in dem Zimmer mit der Aussentemperatur möglichst gleich sei (**von Heizen im Winter darf deshalb keine Rede sein!**), sonst verzerren sich die Bilder im Fernrohre derart, dass er es missmutig wegstellt. Am besten ist es deshalb, wenn der Beobachter sein Instrument auf einen Balkon oder eine Dachterrasse tragen kann — oder in den Garten — so dass er unter freiem Himmel beobachtet. Der Garten ist dabei insofern günstiger, als das Fernrohr stabiler sein wird, denn in einem Zimmer, — und selbst auf Balkon oder Terrasse — wird das Fernrohr bei der geringsten Erschütterung im Hause (bei Türenzuschlagen und selbst beim Herumgehen anderer Personen im Zimmer) zittern und die Bilder tanzen machen.

2. Wal des Fernrohres.

Es giebt zweierlei Arten von Fernrohren: Refraktoren und Reflektoren. Erstere sind die gewöhnlichen Fernrohre, welche jedermann kennt, letztere die sogenannten Spiegelteleskope oder Brachyte. Mit den Reflektoren werden wir uns gar nicht beschäftigen, da sie nicht zu empfehlen sind, weil sie gegen die atmosphärischen Einflüsse ungemein empfindlich sind, meist schlechte Bilder liefern und durch beständiges Nachversilbern und Poliren alljährlich neue Auslagen und Ungelegenheiten verursachen. Was mich betrifft, so ziehe ich — zum Beobachten — einen Reinfelder 4"-Refraktor jedem existirenden Spiegel, auch wenn er 48—60" Öffnung hat, vor — ausgenommen den 6 $\frac{1}{2}$ "-Spiegel von Stanley Williams, der ein ebensolches Unikum zu sein scheint, wie unser 7"-Refraktor, und die Gaudibert'schen Reflektoren.

Der Amateur wähle also jedenfalls einen Refraktor, für dessen Grösse lediglich der Umstand massgebend ist, wieviel er darauf verwenden will. Nachdem die meisten Menschen Überfluss an Geldmangel haben, werden die meisten Amateure sich mit kleinen Instrumenten begnügen müssen. Wer es jedoch tun kann, der beherzige meinen wohlgemeinten und auf reife Erfahrung basirenden Rat: gleich von vornherein bis an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit zu gehen, weil er sonst bei dem Umtausche seines Instrumentes gegen ein grösseres naturgemäss verlieren muss. Wer also für sein Vergnügen eine Summe von z. B. 5000 Mark auslegen kann, greife gleich zu einem 6-Zöller.

Dabei muss ich aber dem angehenden Amateur einen anderen beherzigenswerten Rat geben: er trachte nicht (wie es leider meistens geschieht), ein möglichst grosses Fernrohr zu erhalten, sondern ein möglichst gut montirtes! Ich z. B. würde einen gut montirten, mit Uhrwerk versehenen 4-Zöller einem schlecht montirten, uhrwerklosen 12-Zöller entschieden vorziehen! Namentlich ein Uhrwerk ist für denjenigen Beobachter, der nicht nur zu seinem Vergnügen beobachten will, sondern die Astronomie ernst zu betreiben, also wissenschaftlich wertvolle Beobachtungen zu machen beabsichtigt, unerlässlich. Ich weiss, welche Pein es für mich war, im Jahre 1895

wochenlang die Venus mit Handführung zu beobachten, weil das Uhrwerk havarirt war. Zeichnungen lassen sich ohne Uhrwerk nur mühsam aufnehmen, und Messungen mit dem Fadenmikrometer sind völlig unmöglich.

Ein dritter Rat, den ich dem Amateur gebe, betrifft den Sucher, welchen er möglichst gross und mit kurzer Brennweite wählen möge. Doch darüber später.

Hat sich der Amateur für ein Fernrohr entschieden, so heisst es, bei dessen Ankaufe sehr vorsichtig zu sein. Zur Regel mache man es sich, nur Erzeugnisse von Künstlern **ersten** Ranges zu kaufen, und zwar direkt. Unter der Hand kann man wol oft sehr billig kaufen, allein dazu bedarf es eines fachkundigen Astronomen, sonst riskirt man, Schundware zu erhalten. Ich würde niemandem raten, eines der unter der Hand angekündigten Instrumente zu kaufen, wenn es nicht vorher von einem Astronomen geprüft worden ist.*)

Nun wird der Leser fragen: welche sind aber die obenerwähnten Künstler »ersten Ranges«?

Seitdem Merz und Steinheil tot sind, beherrschen die Herren Reinfelder & Hertel in München unbestritten das Feld. Sie haben schon gegen 20000 Objektive geschliffen (darunter jenes der Manora-Sternwarte, siehe Fig. 2), und noch nie habe ich gehört, dass jemand mit einem Reinfelder'schen Objektive unzufrieden gewesen wäre. Reinfelder hat auch den berühmten Winnecke'schen (jetzt Wolf'schen) $6\frac{2}{5}$ -Zöller, den Rothschild'schen $9\frac{2}{3}$ -Zöller, den Krieger'schen $10\frac{1}{5}$ -Zöller, den Lade'schen $8\frac{1}{2}$ -Zöller, den Leipziger $12\frac{3}{4}$ -Zöller, den Klein'schen $6\frac{2}{5}$ -Zöller (jetzt in Bothkamp) und den Nielsen'schen $7\frac{1}{2}$ -Zöller geschliffen. Einer seiner $4\frac{1}{4}$ -Zöller hat in Barcelona in den geschickten Händen des Herrn J. C. Hilliger erstaunlich schöne Bilder von Venus, Jupiter und Mars gegeben — Bilder, wie sie vom Washingtoner Clark'schen 26-Zöller oder vom Pulkovoer 30-Zöller auch nicht einmal annähernd erreicht wurden! Der Reinfelder'sche $3\frac{2}{3}$ -Zöller unserer nautischen Schule zeigte mir ferner den Saturn bedeutend besser als der Wiener Clark'sche 12-Zöller; und dass unser Reinfelder'scher 7-Zöller bessere Planetenbilder liefert als der Lick 36-Zöller oder der Yerkes 40-Zöller, ist bekannt.

Mit einem Reinfelder-Refraktor wird also der Amateur gewiss nicht schlecht fahren; namentlich wenn er kurze Brennweite vermeidet. (Wenn möglich wäle er das Verhältnis zwischen Objektiv-Öffnung und Brenn-

*) Diese Prüfung, wenn sie gewissenhaft sein soll, ist aber nicht so leicht. Um über ein Fernrohr ein endgiltiges Urteil fällen zu können, müsste man es, streng genommen, ein ganzes Jahr lang auf alle möglichen Himmelskörper erproben. Einer solchen strengen Prüfung werden z. B. in der zweiten Hälfte des laufenden und in der ersten Hälfte des nächsten Jahres auf unserer Sternwarte zwei Objektive von deutschen Künstlern unterworfen werden, und zwar auf speziellen Wunsch derselben, denen es darum zu tun ist, die Leistungsfähigkeit ihrer Erzeugnisse unter den denkbar günstigsten Umständen zu erproben. Ausserdem handelt es sich darum, festzustellen, welchen Einfluss vergrösserte Brennweite und neue Glasarten auf die Definition haben.

weite wie 1 : 18 [selbst 1 : 20], keinesfalls aber unter 1 : 15 — ausser er wünscht einen Kometensucher, für den aber dann das richtige Verhältnis 1 : 10 wäre.)

In neuester Zeit hat auch Dr. Max Pauly einige ausgezeichnete Objektive geschliffen, deren zwei (von $6\frac{1}{2}''$ und $7''$ Öffnung) in Landstuhl — allerdings in den Händen eines so talentirten Beobachters wie Fauth — überraschend viel Detail gezeigt haben.

Im Auslande finden wir wohl auch einige Firmen, denen einzelne gute Objektive gelungen sind, aber auf diese kommen auch sehr viele misslungene. Mit den Clarks z. B. wurde viel Schwindel getrieben; ihr gerühmter Wiener 12-Zöller gab mir bei ausgezeichneter Luft geradezu elende Bilder! Ihr angeblich »berühmter« Washingtoner 26-Zöller (berühmt nämlich durch die Entdeckung der Mars-Monde, die unser 7-Zöller unter weit ungünstigeren Umständen gezeigt hat!) muss, seinen Leistungen nach zu urteilen, ein geradezu schlechtes Instrument sein; ihr Pulkovoer 30-Zöller hat bisher nichts von Bedeutung geleistet; ihr Yerkes 40-Zöller soll ebenfalls eine grosse Enttäuschung für seine Beobachter sein (Tatsache ist, dass man bisher noch gar nichts von seinen Leistungen gehört hat); ihr Lowell'scher 24-Zöller zeigt überall Kanäle und giebt falsche Bilder; von scharfer Definition ihres Mac Cormick'schen 26-Zöllers hat bisher noch nie etwas verlautet; ihr vielgerühmter Chicagoer $18\frac{1}{2}$ -Zöller (vielgerühmt seit Entdeckung des Sirius-Begleiters, als letzterer $10''$ abstand, während unser 7-Zöller ihn zu messen gestattete, als er nur $3\frac{3}{4}''$ abstand!) hat nur Barnard mit dem Saturn blamirt*); kurz, ich kenne ausser dem Lick-Fernrohr kein wirklich gutes Fernrohr von Clark.

Sonst ist in Amerika noch Brashear bekannt, aber sein Lowell'scher 18-Zöller scheint doch nicht das gute Instrument zu sein, für das ich ihn früher hielt. Meine letzten Mars-Beobachtungen haben nämlich auf die mit jenem 18-Zöller gemachten Lowell'schen ein sehr bedenkliches Licht geworfen! (Auch Dr. Hugo Schröder fand die Brashear'schen Objektive elend.)

In England giebt es Grubb und Cook, welche einen gewissen Namen haben — aber, wie ich glaube, sehr mit Unrecht. Grubb's Wiener 27-Zöller, den ich bei Luft 1 erprobte, ist nur ein mittelmässiges Instrument, und sein Greenwicher 28-Zöller ist nicht besser. Cook's (Newall'scher) 25-Zöller (jetzt in Cambridge) hat bisher auch nicht das Mindeste geleistet.

Dagegen wohnt in England allerdings ein deutscher Künstler, Dr. Hugo Schröder, dessen Bothkamper und Potsdamer $11\frac{3}{4}$ -Zöller als Meisterwerke gelten, und der auch sonst sehr gerühmte Instrumente ge-

*) Als ich zahlreiche Flecke und feine Teilungen auf dem Saturn wahrgenommen hatte, begaben sich Barnard und Burnham auf die Dearborn-Sternwarte, um zusammen mit deren Direktor Hough den Saturn zu beobachten. Als Resultat verkündete Barnard in den »Astron. Nachr.« triumphirend, dass unter den denkbar günstigsten Umständen mit jenem »ausgezeichneten« $18\frac{1}{2}$ -Zöller auf dem Saturn weder Flecke, noch neue Teilungen zu sehen waren. Da war es nun entschieden für Barnard ein Pech, dass gerade zu jener Zeit durch gleichzeitige Beobachtungen von mir und Wonszek die Existenz jener Flecke und Teilungen auf unwiderlegliche Weise nachgewiesen wurde!

schliffen hat, welche höher als die Merz'schen gestellt wurden. Er erbot sich seinerzeit, für die Lick-Sternwarte einen 50-Zöller zu schleifen.

Was aber die eigentlich englischen Firmen betrifft, so haben sie bisher ebensowenig auch nur ein wirklich hervorragendes Instrument geliefert als die französischen. Unter diesen können eigentlich nur die Brüder Henry genannt werden, denn Bardou und Secretan haben bisher nur Dutzendware erzeugt. Von den Henry'schen Objektiven hat aber der Nizzaer 30-Zöller ebensowenig Nennenswertes geleistet als ihre 32-Zöller von Paris und Meudon oder ihre vielen 13-Zöller, die nur zur Himmelsphotographie geeignet sind. Besser sind noch ihre »Coudés« in Paris und Wien (namentlich für die Photographie), obgleich auch sie für Okularbeobachtung nur mittelmässig sind.

Aus dem Vorstehenden geht also hervor, dass Deutschland noch immer an der Spitze der optischen Fabrikation steht und in den Herren Reinfelder, Pauly und Schröder Künstler besitzt, deren Erzeugnisse jene des Auslandes weit übertreffen. Dabei sind aber die Preise von Reinfelder & Hertel viel billiger als jene der Ausländer (die weit, weit minderwertige Ware von Bardou und Secretan ausgenommen), wie nachstehendes Preisverzeichnis zeigt, aus dem der Leser sich zugleich orientiren kann, was für ein Instrument seinen Finanzen erreichbar wäre.

A. Modell Fig. 3.

Fernrohr parallaktisch montirt und in allen Lagen balancirt. Stunden- und Deklinationssaxe aus Stahl, in geschlossenen Büchsen. Grobe Bewegung aus freier Hand, feine Bewegung durch Schlüssel. Kreise und Verniers, auf Silber geteilt, geben 4 Sekunden Zeit und 1 Minute Bogen. Mit Lupen ablesbar. Polhöhe und Azimut, letzteres mikrometrisch verstellbar. Das Ganze auf gusseisernem Stativ mit kannelirter Säule und Fusschrauben. Holzrohr Mahagoni furnirt. Auf Wunsch auch Stahlrohr. Okulartrieb. Sucher. Je 3 Sonnengläser von verschiedener Helligkeit. Okulare und Beigaben in einem Kästchen.

Nr.

M

1. Objektiv von 108 Mm. Öffnung und 162 Cm. Brennweite; astronomische Vergrösserungen 40, 80, 120, 180, 240 und 360 mal, Sucher von 27 Mm. Öffnung und 8maliger Vergrösserung	2500
2. Objektiv v. 121 Mm. Öffnung u. 162 Cm. Brennweite; sonst alles wie oben	2700
3. Objektiv von 135 Mm. Öffnung und 195 Cm. Brennweite; astronomische Vergrösserungen 48, 96, 144, 216, 360 und 432 mal, Sucher von 34 Mm. Öffnung und 10maliger Vergrösserung	3500
4. Objektiv von 148 Mm. Öffnung und 211 Cm. Brennweite; astronomische Vergrösser. 52, 104, 156, 234 312 und 468 mal, Sucher wie vorhin	3800
5. Objektiv von 162 Mm. Öffnung und 227 Cm. Brennweite; astronomische Vergrösserungen 56, 112, 168, 252, 336 und 504 mal, Sucher von 41 Mm. Öffnung und 12maliger Vergrösserung	5000
6. Objektiv von 189 Mm. Öffnung und 292 Cm. Brennweite; astronomische Vergrösserungen 72, 108, 144, 216, 324, 432, 540 und 648 mal, Sucher von 47 Mm. Öffnung und 15maliger Vergrösserung	7000
7. Objektiv von 217 Mm. Öffnung und 324 Cm. Brennweite; astron. Vergr. 80, 120, 160, 240, 360, 480, 600 und 720 mal, Sucher wie vorhin .	9500
Uhrwerk zu diesen Instrumenten je nach Grösse und Konstruktion 360—600 <i>M</i> .	

B. Modell Fig. 4.

Wie oben, jedoch je nach Wunsch mit oder ohne Aufsuchungskreise.

Nr.		
8.	Objektiv von 81 Mm. Öffnung und 130 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 48, astronomische Vergrößerungen 64, 96, 144, 240 mal, Sucher von 20 Mm. Öffnung und 6 maliger Vergrößerung . . .	900

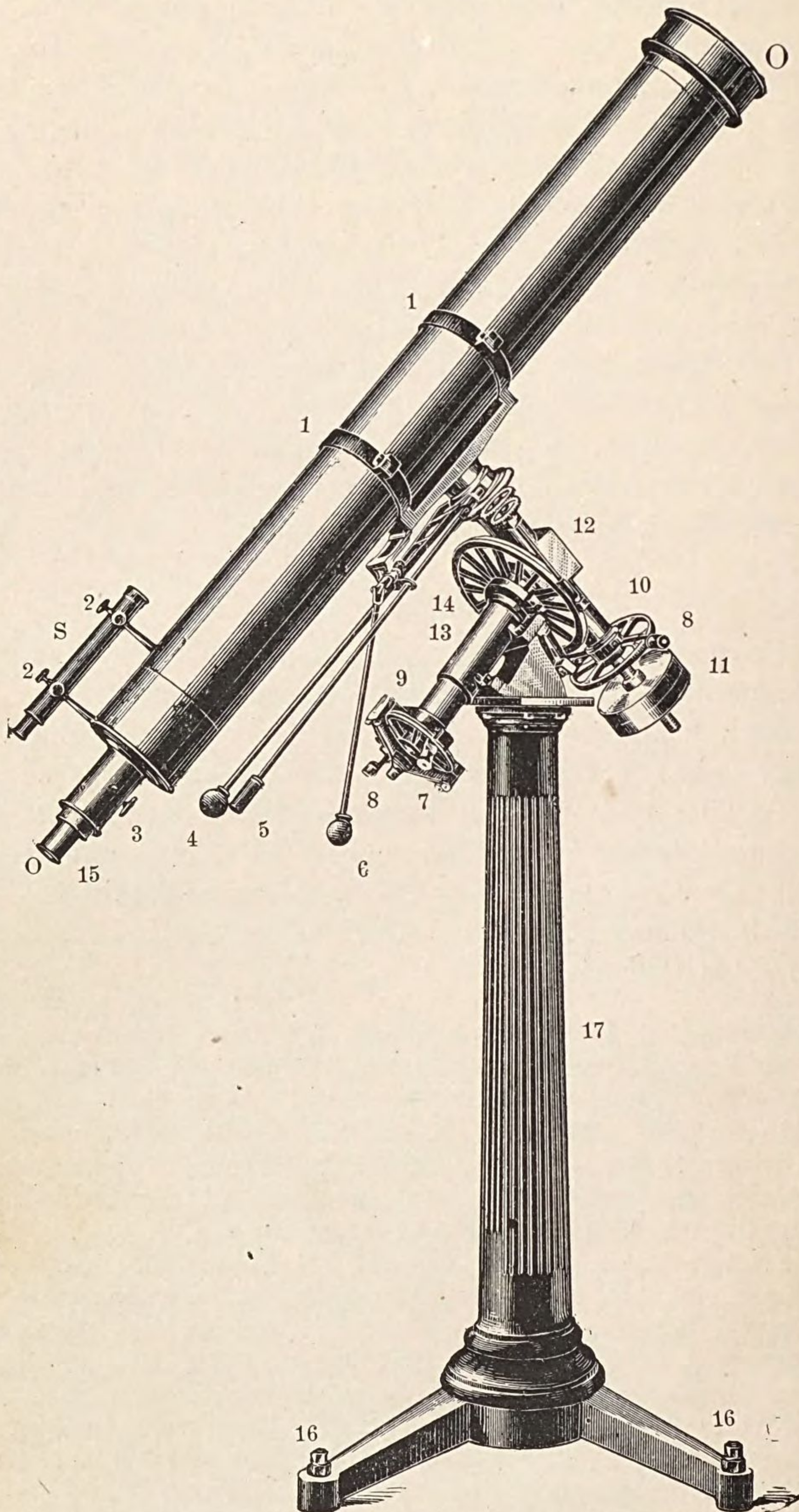


Fig. 3. Grosser Refraktor von Reinfelder & Hertel.

Nr.		
9.	Objektiv von 95 Mm. Öffnung und 146 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 54, astronomische Vergrößerungen 72, 108, 162, 270 mal, Sucher wie vorhin	1050

Nr.		
10.	Objektiv von 108 Mm. Öffnung und 162 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 60, astronomische Vergrößerungen 60, 80, 120, 180, 240, 300 mal, Sucher wie Nr. 1	1300
11.	Objektiv von 121 Mm. Öffnung und 162 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 60, astronomische Vergrößerungen 60, 80, 120, 180, 240, 300 mal, Sucher wie Nr. 1	1525
12.	Objektiv von 135 Mm. Öffnung und 195 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 72, astronomische Vergrößerungen 48, 96, 144, 216, 288, 360 mal, Sucher wie Nr. 3	1850
13.	Objektiv von 148 Mm. Öffnung und 211 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 78, astronomische Vergrößerungen 52, 104, 156, 234, 312, 390 mal, Sucher wie Nr. 3	2200
14.	Objektiv von 162 Mm. Öffnung und 227 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 84, astronomische Vergrößerungen 56, 112, 168, 252, 336, 420 mal, Sucher wie Nr. 5	2750
Aufsuchungskreise zu Nr. 8—14, auf Messing geteilt und versilbert, welche 5 Minuten Bogen und 20 Sekunden Zeit geben, erhöhen die Preise per Instrument um M 90.—.		

C. Modell Fig. 5.

Fernrohr parallaktisch montirt. Stunden- und Deklinationsaxe in Metallbüchsen. Grobe Bewegung aus freier Hand, feine Bewegung mi

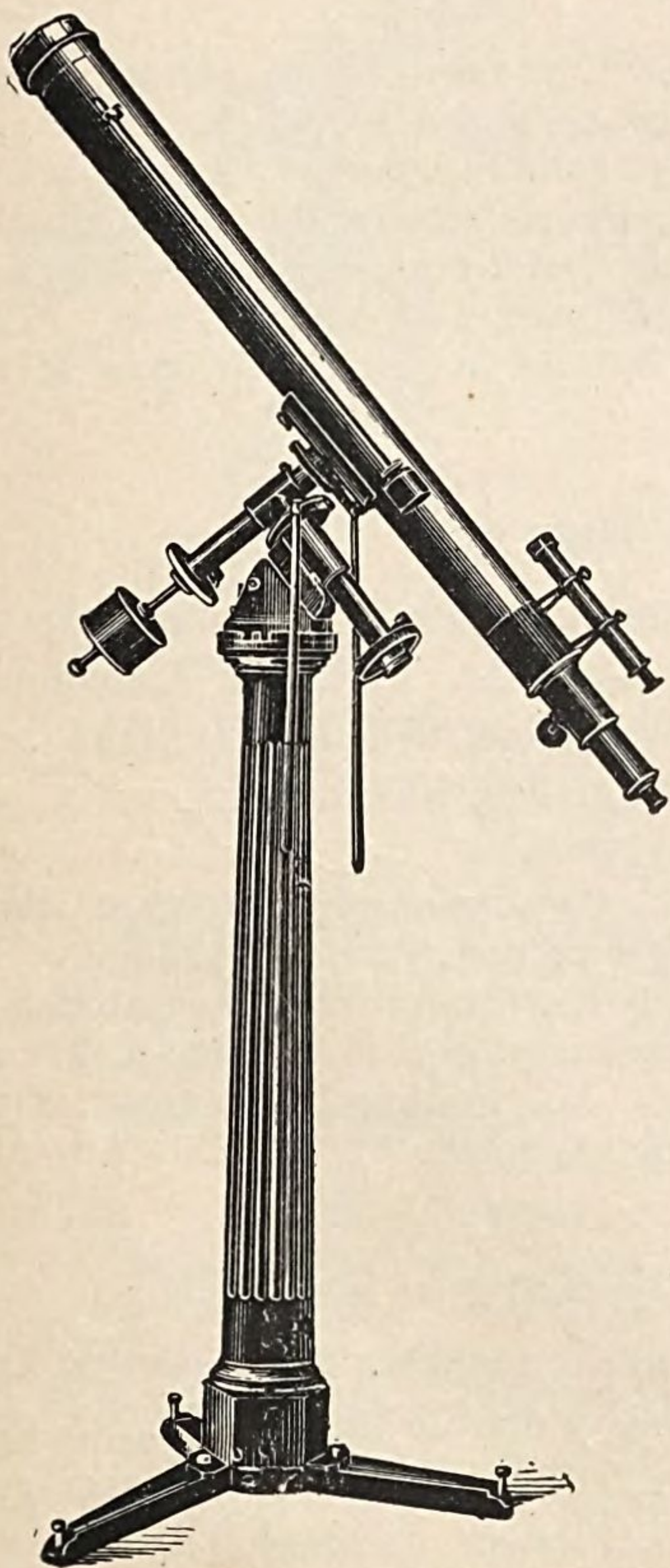


Fig. 4. Refraktor auf Eisensäule.

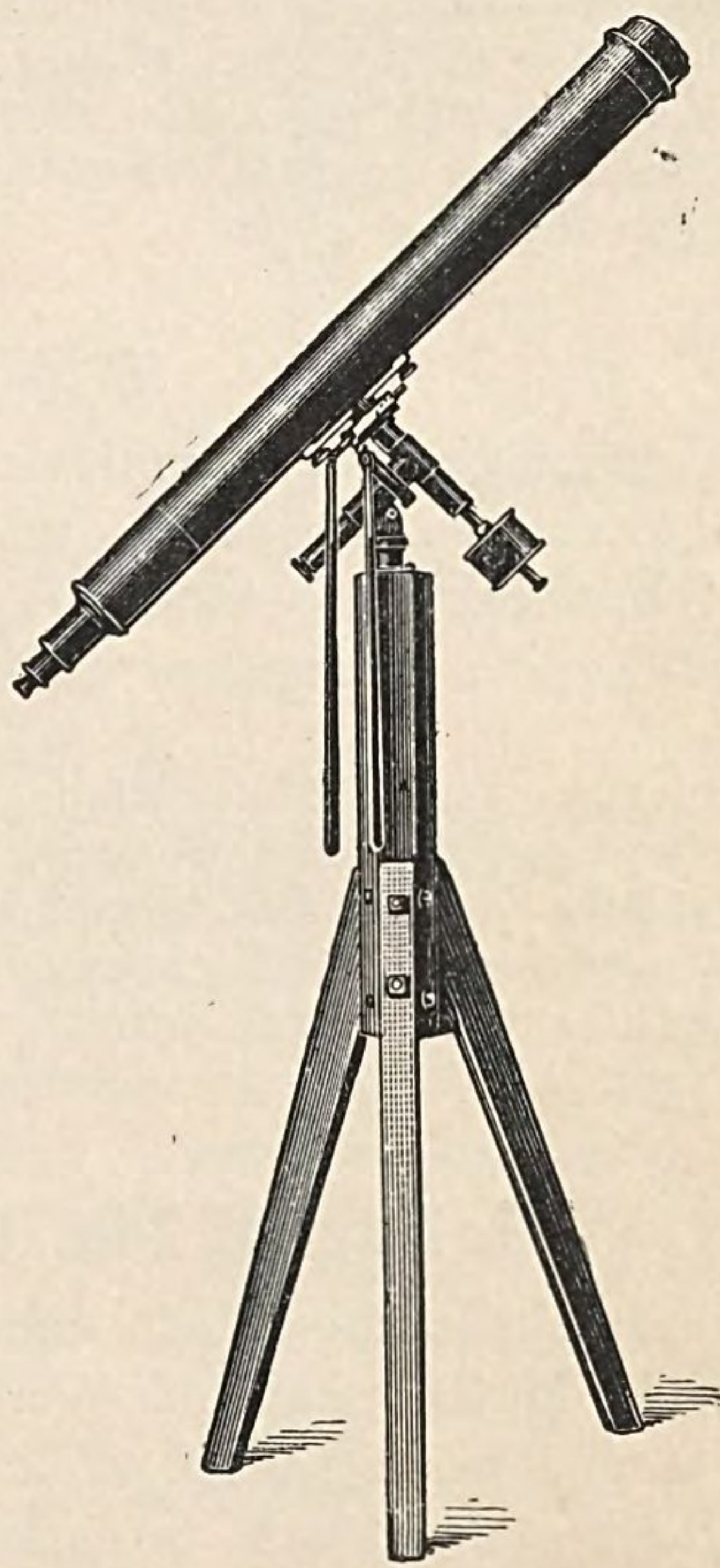


Fig. 5. Refraktor auf hölzernem Dreifuss.

Schlüsseln. Polhöhe und Azimut verstellbar. Das Ganze auf massivem, eichenem Dreifuss; ohne Fusschrauben. Holzrohr Mahagoni furnirt. Auf Wunsch Messingrohr. Okulartrieb. Sucher. Je 3 Sonnengläser von verschiedener Helligkeit. Okulare und Beigaben in einem Kästchen.

Nr.		<i>ℳ</i>
15.	Objektiv von 81 Mm. Öffnung und 130 Cm. Brennweite, terrestrische Vergr. 48, astron. Vergr. 64, 96, 144, 240 mal, Sucher wie Nr. 8	780
16.	Objektiv von 95 Mm. Öffnung und 146 Cm. Brennweite, terrestrische Vergr. 54, astron. Vergr. 72, 108, 162, 270 mal, Sucher wie Nr. 8	930
17.	Objektiv von 108 Mm. Öffnung und 162 Cm. Brennweite, terrestrische Vergr. 60, astron. Vergr. 80, 120, 180, 300 mal, Sucher wie Nr. 1	1120
18.	Objektiv von 121 Mm. Öffnung und 162 Cm. Brennweite, terrestrische Vergr. 60, astron. Vergr. 60, 80, 120, 180, 240, 300 mal, wie Nr. 1	1325
	Aufsuchungskreise wie unter B. erhöhen die Preise per Instrument um <i>ℳ</i> 90.—.	

D. Modell Fig. 6.

Fernrohr horizontal und vertikal montirt. Bewegung aus freier Hand, mit Rohraxen. Holzstativ mit festem Dreifuss. Holzrohr Mahagoni furnirt. Okulartrieb. Je 3 Sonnengläser von verschiedener Helligkeit. Okulare und Beigaben in einem Kästchen.

Nr.		<i>ℳ</i>
19.	Objektiv von 81 Mm. Öffnung und 130 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 48, astronomische Vergrößerungen 64, 96, 144, 240 mal	630
20.	Objektiv von 95 Mm. Öffnung und 146 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 54, astronomische Vergrößerungen 72, 108, 162, 270 mal	790
21.	Objektiv von 108 Mm. Öffnung und 162 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 60, Astron. Vergr. 60, 80, 120, 180, 240, 300 mal . . .	970
	Vorrichtung zum Höherstellen des Statives in der Vertikalaxe mit Trieb erhöht den Preis um <i>ℳ</i> 80.—.	

E. Modell Fig. 6.

Fernrohr horizontal und vertikal montirt. Bewegung aus freier Hand. Stativ mit zusammenlegbarem, hölzernem Dreifuss. Holzrohr Mahagoni furnirt. Okulartrieb. 1—2 Sonnengläser von verschiedener Helligkeit. Fernrohr, Okulare und Beigaben in Schubkasten aus Fichtenholz.

Nr.		<i>ℳ</i>
22.	Objektiv von 61 Mm. Öffnung und 73 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 36, astronomische Vergrößerungen 27, 54, 108 mal . .	260
23.	Objektiv von 68 Mm. Öffnung und 98 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 45, astronomische Vergrößerungen 36, 72, 144 mal . .	306
24.	Objektiv von 75 Mm. Öffnung und 114 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 52, astronomische Vergrößerungen 56, 84, 126, 210 mal	390

F. Modell Fig. 7. (Aufstellung in Tischhöhe.)

Fernrohr parallaktisch und horizontal montirt. Bewegung aus freier Hand; mit Messingrohraxen. Vertikalsäule zum Verlängern. Auf eisernem Dreifuss mit Fusschrauben. Polhöhe verstellbar. Rohr aus Messing, lackirt. Okulartrieb. Das Ganze in einfachem, gebeiztem Fichtenholzkasten.

Nr.		<i>ℳ</i>
32.	Objektiv von 47 Mm. Öffnung und 57 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 28, astronomische Vergrößerungen 42, 84 mal, Sonnenglas	260
33.	Objektiv von 54 Mm. Öffnung und 65 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 32, astronomische Vergrößerungen 48, 96 mal, Sonnenglas	290
34.	Objektiv von 61 Mm. Öffnung und 73 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 36, astronomische Vergrößerungen 27, 54, 108 mal. 2 Sonnengläser, Sucher wie Nr. 8	380
35.	Objektiv von 68 Mm. Öffnung und 81 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 40, astronomische Vergrößerungen 30, 60, 90, 150 mal. 2 Sonnengläser. Sucher wie Nr. 8	460
36.	Objektiv von 75 Mm. Öffnung und 98 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 45, astronomische Vergrößerungen 36, 72, 108, 180 mal, 2 Sonnengläser, Sucher wie Nr. 8	620
37.	Objektiv von 81 Mm. Öffnung und 114 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 52, astronomische Vergrößerungen 42, 84, 126, 168, 210 mal, 3 Sonnengläser, Sucher wie Nr. 8	720
	Aufsuchkreise wie unter B. erhöhen den Preis per Instrument um <i>ℳ</i> 90.—.	

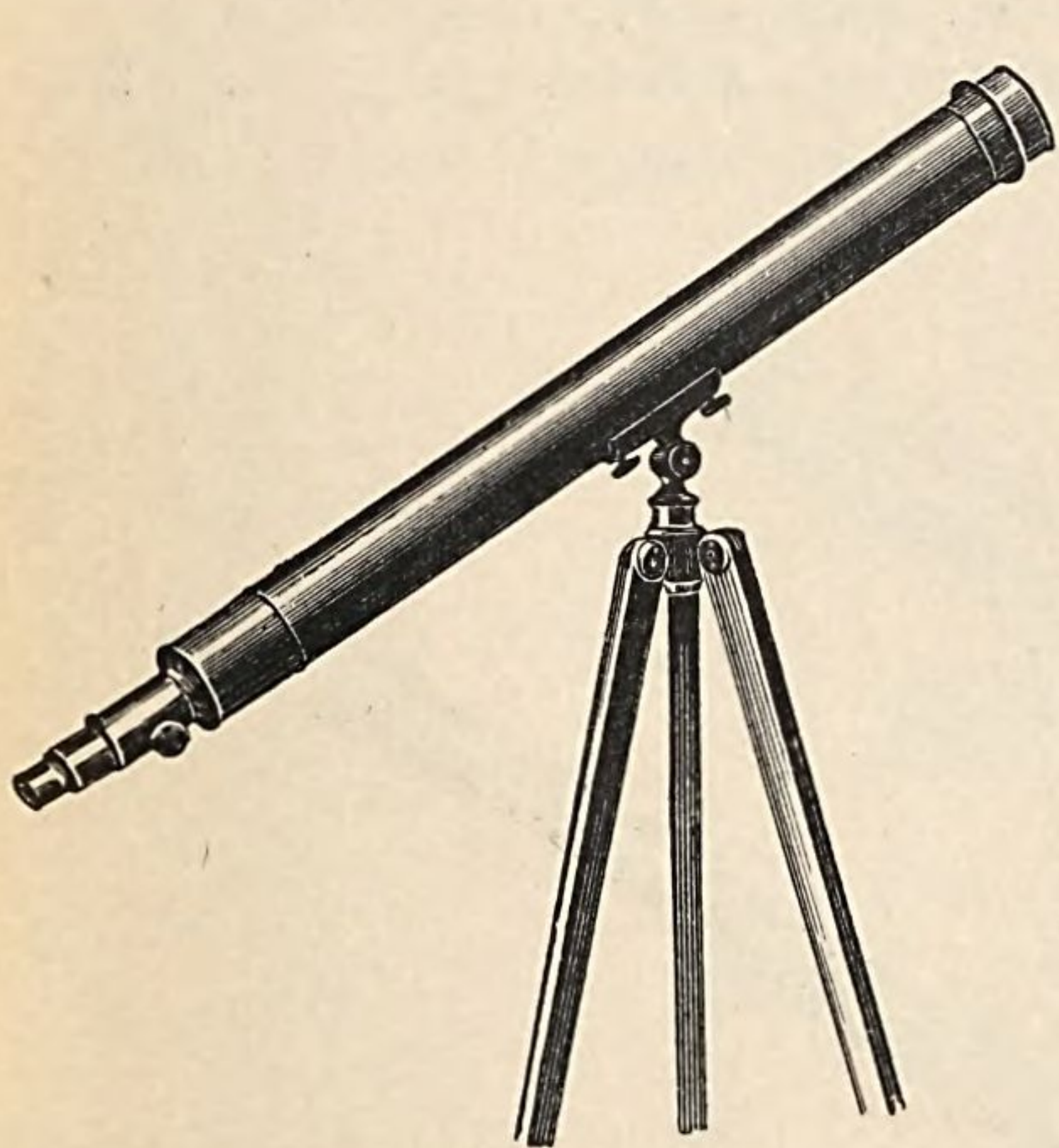


Fig. 6. Refraktor mit horizontaler Bewegung.

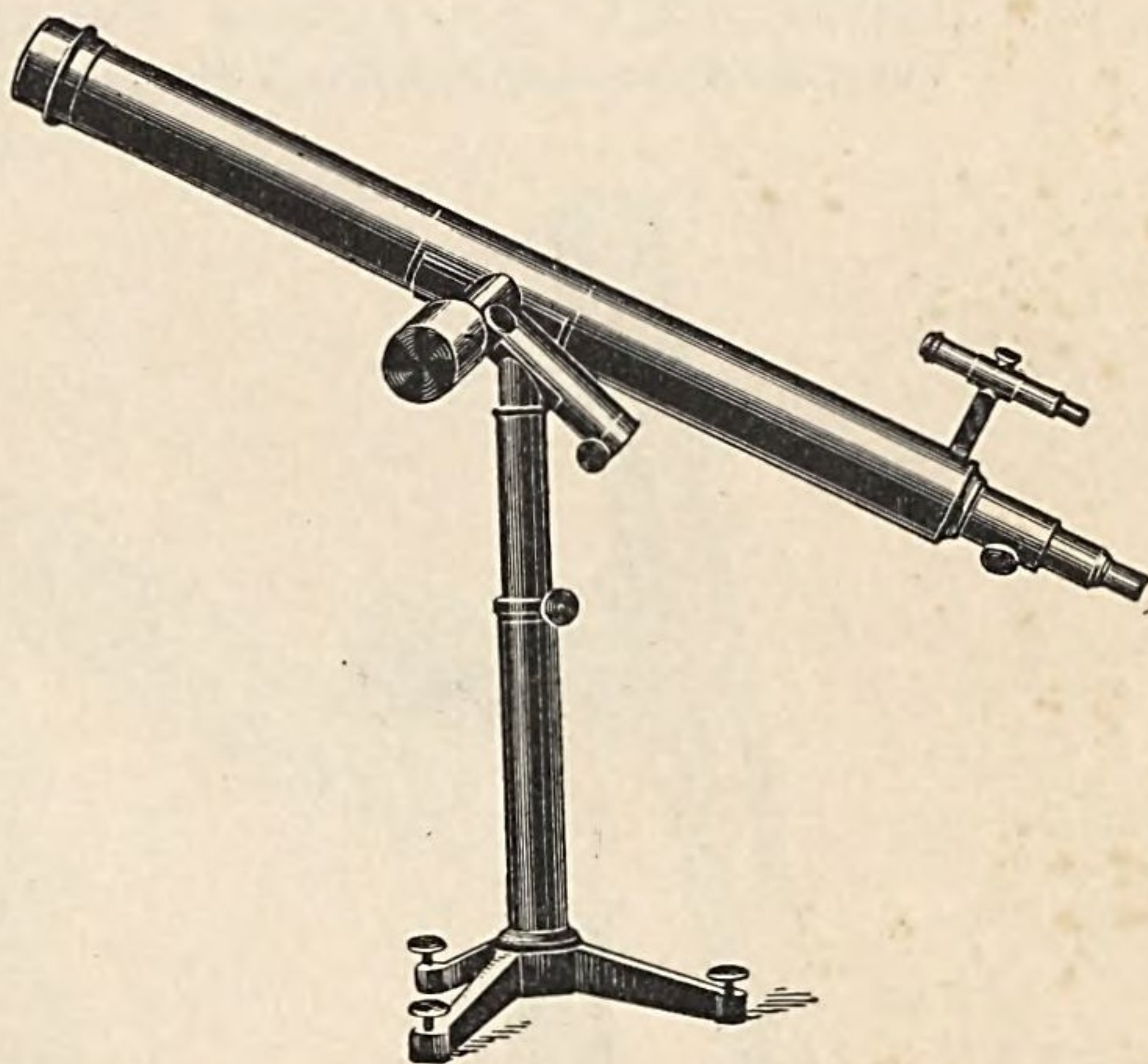


Fig. 7. Parallaktischer Tubus.

G. Modell Fig. 8.

Fernrohr horizontal und vertikal montirt. Bewegung aus freier Hand. Horizontale Rohraxe mit Gegengewicht. Vertikalsäule zum Verlängern; auf eisernem Dreifuss. Rohr aus Messing, lackirt. Das Ganze in einfachem, gebeiztem Fichtenholzkasten.

Nr.		<i>ℳ</i>
38.	Objektiv von 47 Mm. Öffnung und 57 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 28, astron. Vergrößerungen 42, 84 mal, Sonnenglas .	240
39.	Objektiv von 54 Mm. Öffnung und 65 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 32, astron. Vergrößerungen 48, 96 mal, Sonnenglas	270
40.	Objektiv von 61 Mm. Öffnung und 73 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 36, astron. Vergr. 27, 54, 108 mal. 2 Sonnengläser .	310
41.	Objektiv von 68 Mm. Öffnung und 81 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 40, astron. Vergr. 30, 60, 90, 150 mal, 2 Sonnengläser	385

Nr.		<i>N</i>
42.	Objektiv von 75 Mm. Öffnung und 98 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 45, astron. Vergr. 36, 72, 108, 180 mal, 2 Sonnengläser	480
43.	Objektiv von 81 Mm. Öffnung und 114 Cm. Brennweite, terrestrische Vergr. 50, astron. Vergr. 42, 84, 126, 168, 210 mal, 3 Sonnengläser	620

H. Modell Fig. 9.

Fernrohr horizontal und vertikal montirt. Messingsäule mit einfachem Scharnierkopf. Bewegung aus freier Hand. Zusammenlegbarer Messingdreifuss. Das Ganze in einfachem, gebeiztem Fichtenholzkasten.

Nr.		<i>N</i>
44.	Objektiv von 47 Mm. Öffnung und 57 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 28, astron. Vergr. 21, 42, 84 mal, Sonnenglas . . .	200
45.	Objektiv von 54. Mm. Öffnung und 65 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 32, astron. Vergr. 24, 48, 96 mal, Sonnenglas . . .	225
46.	Objektiv von 61 Mm. Öffnung und 73 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 36, astron. Vergr. 27, 54, 108 mal, Sonnenglas . . .	265
47.	Objektiv von 68 Mm. Öffnung und 81 Cm. Brennweite, terrestrische Vergrößerung 40, astron. Vergr. 30, 60, 120 mal, 2 Sonnengläser .	365

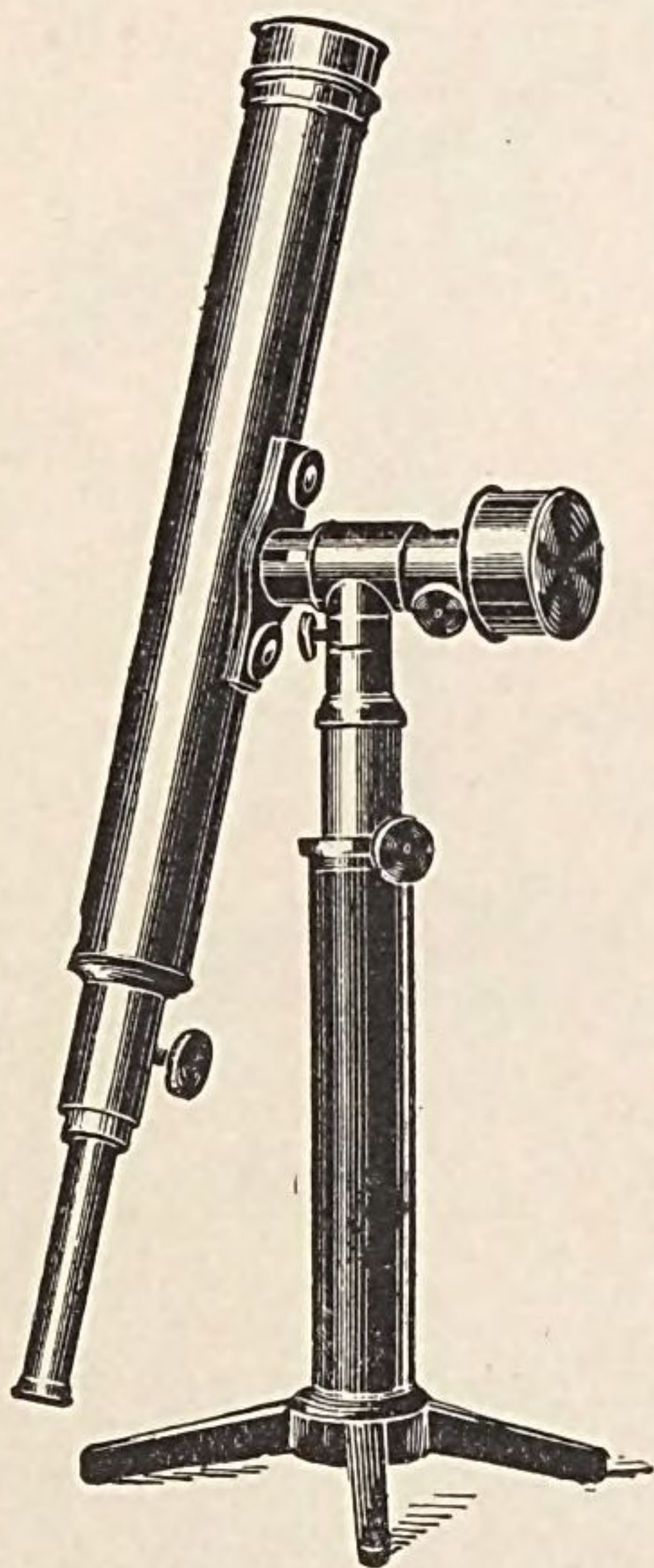


Fig. 8. Horizontaler Tubus.

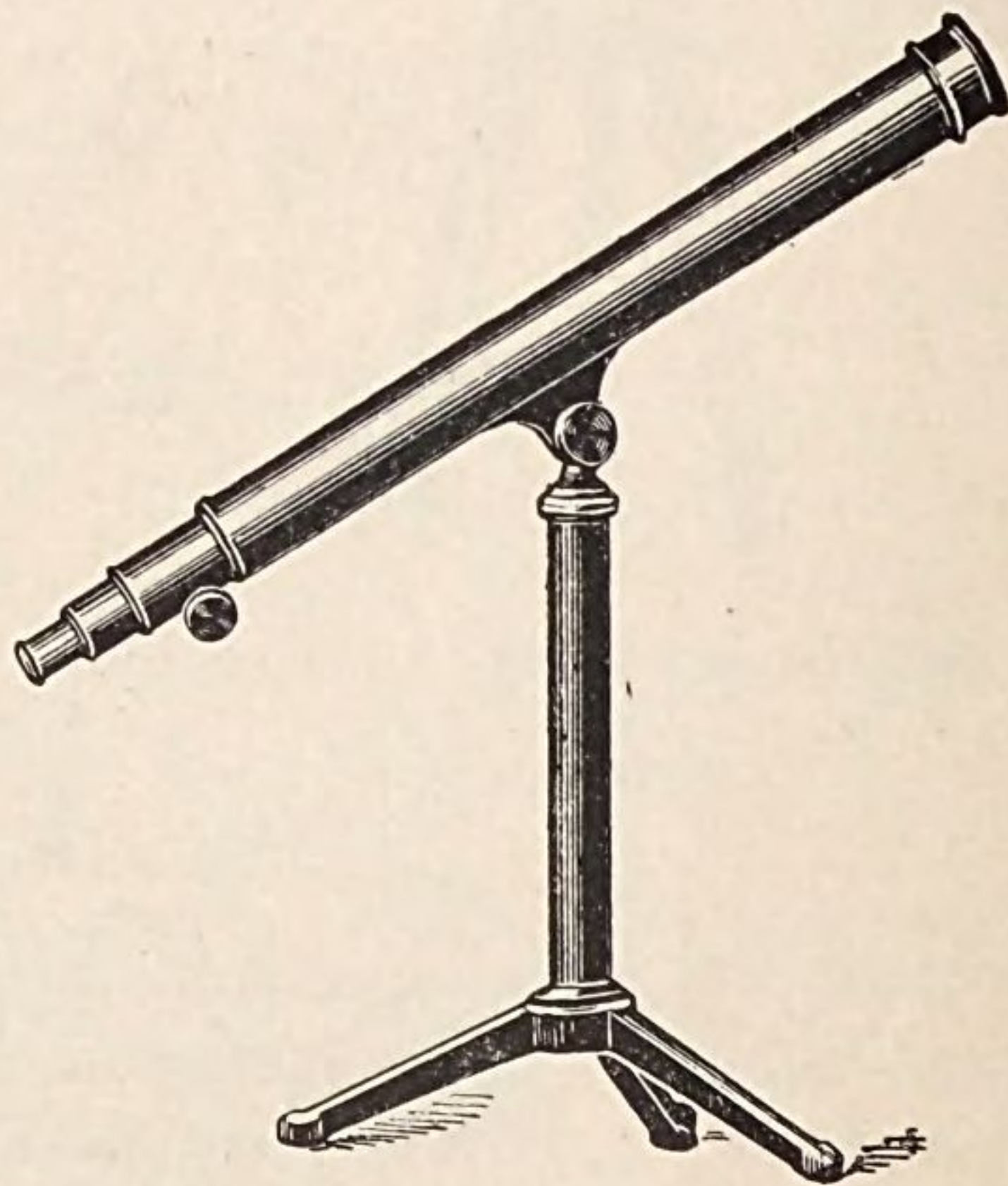


Fig. 9. Kleiner Tubus.

I. Kometensucher, Modell Fig. 10.

Fernrohr horizontal und vertikal montirt. Bewegung aus freier Hand; mit Messingrohraxen. Vertikalsäule mit Einrichtung zum Höherstellen mittelst Triebes mit Feststellvorrichtung. Holzstativ mit festem Dreifuss. Holzrohr Mahagoni furnirt, vom Stativ abnehmbar. Fernrohr mit Okulartrieb. Okular und Beigaben in einem Kästchen.

Nr.		<i>M</i>
25.	Objektiv von 68 Mm. Öffnung und 65 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 12 und 24 mal	580
26.	Objektiv von 81 Mm. Öffnung und 81 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 15 und 30 mal	720
27.	Objektiv von 95 Mm. Öffnung und 97 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 18 und 36 mal	910
28.	Objektiv von 108 Mm. Öffnung und 114 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 16, 28, 42 mal	1100
29.	Objektiv von 122 Mm. Öffnung und 119 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 17, 30, 44 mal	1300
30.	Objektiv von 135 Mm. Öffnung und 135 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 20, 33, 50 mal	1550
31.	Objektiv von 162 Mm. Öffnung und 146 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 22, 36, 54 mal	2300

K. Kometensucher ohne Stativ.

Diese Fernrohre zeichnen sich durch grosses Öffnungsverhältnis und schwache Vergrößerung und deshalb durch grosse Helligkeit aus. — Fernrohre und Okulare in Kasten aus Fichtenholz.

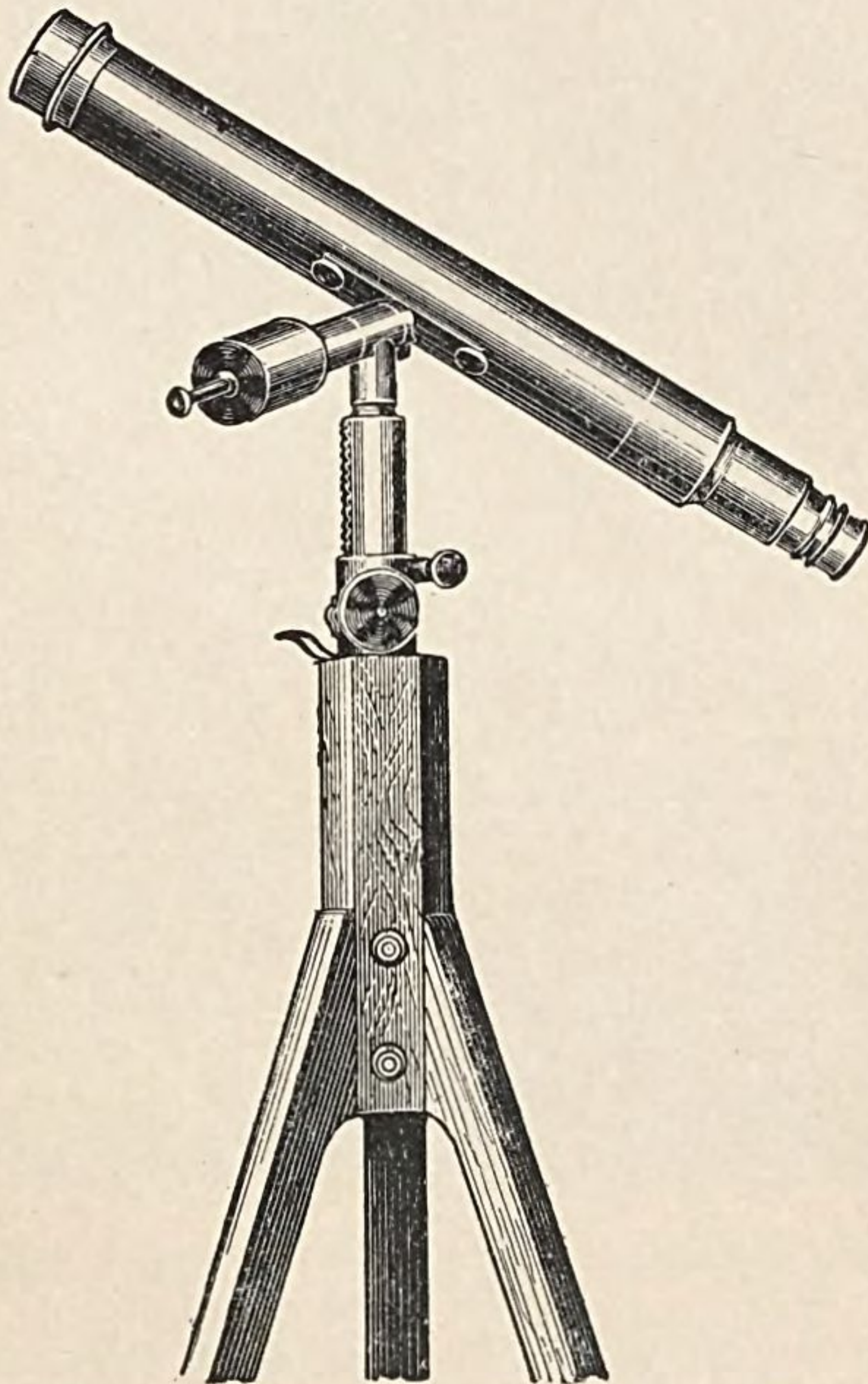


Fig. 10. Kometensucher.

Nr		<i>M</i>
64.	Objektiv von 68 Mm. Öffnung und 65 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 12 und 24 mal	210
65.	Objektiv von 81 Mm. Öffnung und 81 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerung 15 und 30 mal	350

Nr.		<i>M</i>
66.	Objektiv von 95 Mm. Öffnung und 97 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 18 und 36 mal	490
67.	Objektiv von 108 Mm. Öffnung und 114 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 16, 28, 42 mal	650
68.	Objektiv von 122 Mm. Öffnung und 119 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 17, 30, 44 mal	800
69.	Objektiv von 135 Mm. Öffnung und 135 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 20, 30, 50 mal	1000
70.	Objektiv von 162 Mm. Öffnung und 146 Cm. Brennweite, astronomische Vergrößerungen 22, 36, 54 mal	1600

L. Achromatische Fernrohrobjective in Fassung.

Nr.		<i>M</i>
131.	Objective von 13,5 Mm. Öffnung, 7—16 Cm. Brennweite	7
132.	» » 16 » » 8—19 » »	8
133.	» » 18 » » 11—22 » »	9
134.	» » 20 » » 14—24 » »	10
135.	» » 22 » » 16—27 » »	11
136.	» » 24 » » 16—30 » »	12
137.	» » 27 » » 19—33 » »	14
138.	» » 29 » » 24—35 » »	16
139.	» » 31 » » 27—38 » »	18
140.	» » 34 » » 27—40 » »	20
141.	» » 36 » » 27—43 » »	22
142.	» » 41 » » 33—49 » »	27
143.	» » 47 » » 38—57 » »	34
144.	» » 54 » » 43—65 » »	45
145.	» » 61 » » 49—73 » »	60
146.	» » 68 » » 65—97 » »	80
147.	» » 75 » » 72—114 » »	110
148.	» » 81 » » 88—130 » »	150
149.	» » 95 » » 97—146 » »	250
150.	» » 108 » » 114—162 » »	350
151.	» » 121 » » 114—195 » »	470
152.	» » 135 » » 130—211 » »	600
153.	» » 148 » » 135—227 » »	850
154.	» » 162 » » 146—259 » »	1130
155.	» » 175 » » 198—292 » »	1470
156.	» » 189 » » 228—308 » »	1840
157.	» » 217 » » 260—356 » »	2800
158.	» » 244 » » 292—390 » »	3800
159.	» » 270 » » 365—421 » »	5000
160.	» » 297 » » 390—454 » »	6500
161.	» » 324 » » 454—584 » »	7800
162.	» » 352 » » 490—635 » »	9500
163.	» » 380 » » 530—682 » »	11600

Kürzlich hat der Dresdener Mechaniker Gustav Heyde auch eine optische Werkstätte errichtet, deren Objective laut Preisliste um 10—33 Percent billiger sein würden, als jene von Reinfelder. Ob auch so gut, bleibt natürlich erst abzuwarten. Das erste grössere Objectiv will deshalb Herr Heyde auch mir zur sorgfältigen Prüfung senden, doch werde ich selbstverständlich

erst nach einjähriger Erprobung ein definitives Urteil darüber fällen können. Hoffen wir im Interesse der Amateure, dass die Preisermässigung nicht (wie bei Bardou, Secretan u. dergl. Optikern) nur auf Kosten der Qualität ermöglicht wurde. Denn das halte sich der Amateur stets vor Augen: in der Astronomie ist das Beste gerade nur gut genug, und ein kleines gutes Fernrohr leistet mehr als ein schlechtes Riesenrohr!

Was die Montirung betrifft, so werde ich darüber gleich sprechen.

3. Der Refraktor.

Betrachten wir nun das Fernrohr selbst und seine Montirung, in welcher Beziehung ich den Leser auf Fig. 2, 3 und 11 verweisen will.

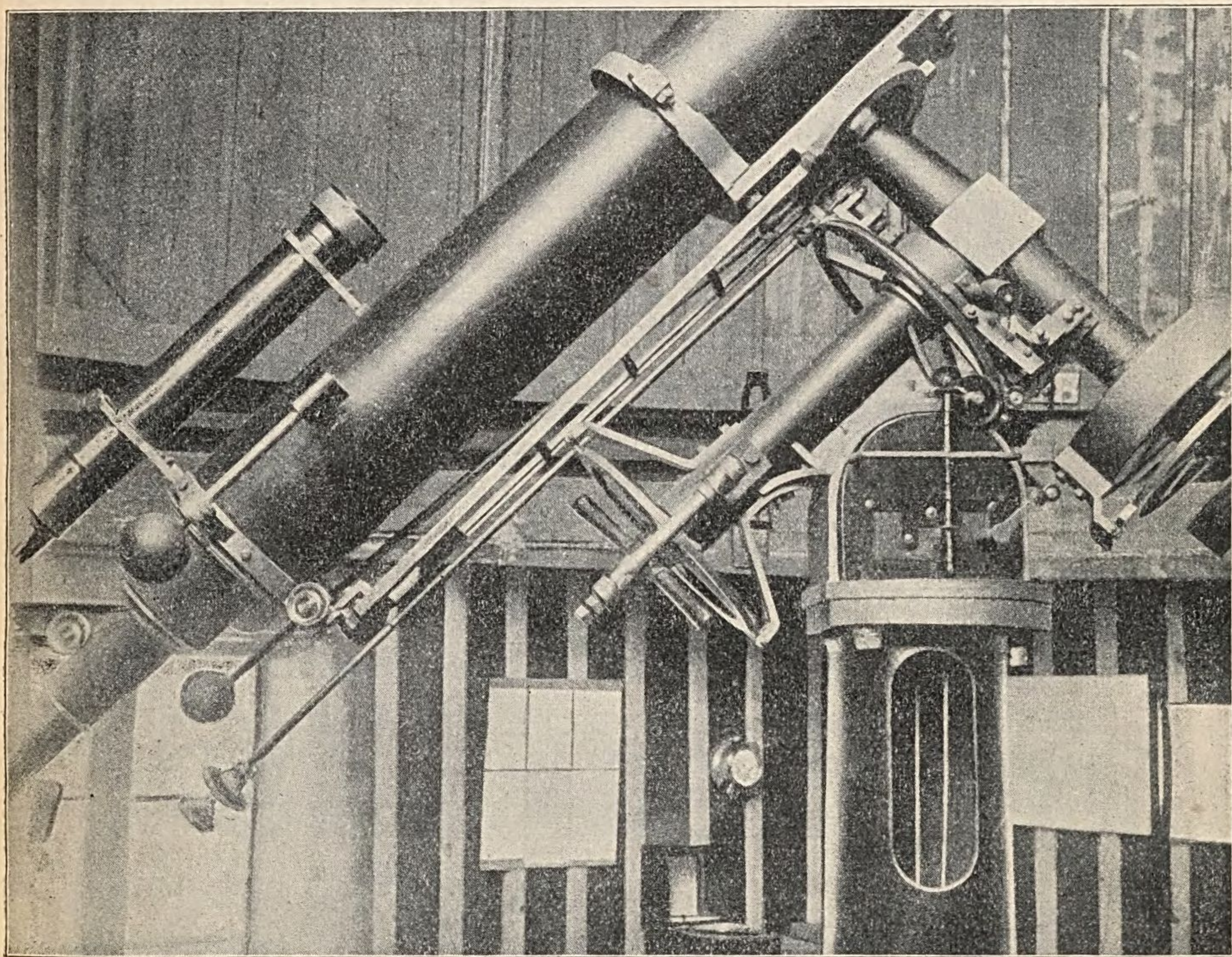


Fig. 11. Parallaktischer Kopf des Manora-Refraktors.

In Fig. 3 haben die Buchstaben und Nummern folgende Bedeutung:

O = Objektiv am Objektivende des Rohres;

o = Okular am Okularende des Rohres;

S = Sucher » » » »

1 = Lagerungsringe, welche sich abschrauben lassen, und in die das Rohr eingelagert wird — gewöhnlich derart, dass das Objektivende $\frac{3}{5}$ und das Okularende $\frac{2}{5}$ der ganzen Rohrlänge erhält.

2 = Regulirschrauben des Suchers, über die ich weiter unten noch sprechen werde.

3 = Okularschraube, welche den Okulartrieb heraus- und hineinschraubt. *) Dieser Okulartrieb sollte bei grösseren Fernrohren (4" und darüber) mit Millimeter-Skala versehen sein, damit man sich ein für allemal notiren kann, wie weit der Trieb für jedes Okular herauszuschrauben ist, wenn das Bild für das Auge des Beobachters im Brennpunkte stehen soll. Dieses »Fokussiren« ist wohl an sich leicht, weil man ja sofort sieht, ob die Ränder eines Planeten oder die Mondkrater scharf erscheinen, und ob ein Fixstern sich als kleines rundes Scheibchen (bzw. runder Punkt) zeigt, aber dennoch habe ich gefunden, dass Laien gewöhnlich nicht im stande sind, richtig zu fokussiren; ja sogar manche Amateure waren dessen unfähig!

4 = Klemmung in Rektascension. Durch Umdrehung dieses Schlüssels wird das Fernrohr mit der Stundenaxe fest verbunden (bzw. mit dem Uhrwerk, welches dann das Fernrohr mitführt), so dass es sich in α (Rektascension) nicht mehr mit der Hand bewegen lässt, sondern nur mittelst

5 = dem Feinbewegungsschlüssel in α . Durch Drehen des letzteren vor und zurück verschiebt sich das Bild im Fernrohre langsam in der Richtung der Bewegung der Gestirne. (Bei unserem Fernrohre — siehe Fig. 2 und 11 — sind 4 und 5 ineinander eingeschachtelt, wie in Fig. 11 aus dem doppelten Knopfe des α -Schlüssels zu sehen ist.)

6 = Feinbewegung in Deklination (δ). (Bei unserem Fernrohre die Doppelschraube am unteren Rohrringe [Fig. 2]). Der zweite sichtbare Schlüssel ist unsere Klemmung der δ -Axe, welche in Fig. 3 nicht sichtbar, also wahrscheinlich in der Gegend von 10 als Schraube angebracht ist. Das wäre dann aber ebenso unbequem als unpraktisch, und der Amateur sehe deshalb darauf, dass er alle Klemmungen und Feinbewegungen vom Okularende aus erreichbar habe.)

7 = Stundenkreis, welcher mittelst

8 = Lupe, von

9 = dem Vernier abgelesen wird. Ebenso wird

10 = Deklinationskreis durch eine Lupe (8) abgelesen.

11 = Gegengewicht zum Ausbalanciren des Rohres; es sollte deshalb verstellbar sein.

12 = Deklinationsaxe.

13 = Polaraxe; (auch Stundenaxe genannt);

14 = Uhrkreis, welcher die Bewegung des Uhrwerkes auf das Rohr überträgt (bzw., wenn kein Uhrwerk vorhanden ist, jenes Rad, durch welches die Bewegung des α -Schlüssels übertragen wird).

15 = Okularstutzen, in den das Okular o geschoben und der an das Okularende angeschraubt wird. (Wegen des verschiedenen Durchmessers der Okulare muss man deshalb mehrere Ringe haben.)

16 = Fusschrauben zum Reguliren der Aufstellung des Fernrohres.

*) Die Okularschraube sollte übrigens der Bequemlichkeit halber doppelt sein.

17 = Säule, welche in ihrem oberen Ende eine Vorrichtung zur Azimutal-Korrektion hat und oben die verstellbare Polhöhen-Korrektion trägt.

Bei unserem Fernrohre sieht der Leser in Fig. 2 und 11 in der Säule eine oblonge Öffnung, durch die man das an vier Dratschnüren hängende Uhrgewicht — 63 Kilogramm — erblickt (in Fig. 11 nur zwei Schnüre sichtbar); ferner am oberen Ende der Säule die Schrauben zur Polhöhen-Feinkorrektion; über diesen die »Kapelle« mit dem Uhrwerk*). Der Sucher trägt ein Helioskop-Prisma, das Okularende ein Mikrometer mit Mikroskop-Okular. Am Objektivende sieht man noch die Schraube des Ausbalancirungsringes, der als Gegengewicht für das 8 Kilogramm schwere Mikrometer dient. Objektiv und Taukappe fallen bereits ausserhalb des Rahmens der Fig. 2. Die beiden grossen Kugeln mit Stangen am Okularende (die eine projiziert sich auf dem Sucher) dienen zur Führung des Rohres mit der Hand, und die Stangen zur Anbringung von Gegengewichten (wie Fig. 11 zeigt), wenn das Mikrometer abgenommen wird. Schlecht sichtbar auf dem Bilde sind ein Schlüssel zur Klemmung des α -Schlüssels (nahe dem Uhrkreise, in Fig. 11 abgenommen), die Handhaben an den beiden Kreisen zur Einstellung des Fernrohres (in Fig. 11 jene des Stundenkreises gut sichtbar); unsichtbar die Klemme nach der den Uhrkreis treibenden Walze, die Sperre des Uhrwerkes, dessen Regulator mit Skala, die Skala zur Verstellung der Polhöhe, die Azimutal-Feinkorrektion (ausserhalb des Bildes) u. s. w.

Nachdem wir nun die Hauptbestandteile eines grösseren Fernrohres im Bilde kennen gelernt haben, müssen wir über dieselben noch verschiedene Erläuterungen geben.

a) Das Objektiv.

Das Objektiv (Fig. 3, O) ist der kostbarste Teil des Fernrohres; denn von ihm hängt in erster Linie dessen Brauchbarkeit ab. Es besteht aus zwei (manchmal drei) Linsen, die bei kleineren Objektiven (bis fünf Centimeter) verkittet, bei grösseren aber durch kleine Stannioblättchen voneinander getrennt sind. (Bei ganz grossen Objektiven stehen beide Linsen auch mehr oder weniger voneinander ab.) Die innere Linse besteht aus Crown-Glas, der äussere Meniskus aus Flint-Glas. (Siehe Fig. 12.)

Das Objektiv muss vom Beobachter mit der grössten Sorgfalt behandelt werden. Um es vom Staub zu reinigen, bediene man sich ausschliesslich eines Pinsels aus Kamelhaaren, welchen der Fabrikant liefert. Abwischen der Linsen mit einem Lappen ist dabei überflüssig und nur dann anzuwenden, wenn die Linsen einen Schmutzfleck haben, der mit dem Pinsel nicht weggeht. In diesem Falle nehme man einen alten, oft gewaschenen feinen Leinwandlappen (Leder ausgeschlossen!) benetze ihn mit Alkohol — aber ja nicht so stark, dass er tropft! — und fahre sehr sanft über die Glasflächen, und zwar in der Weise, dass man in der Mitte

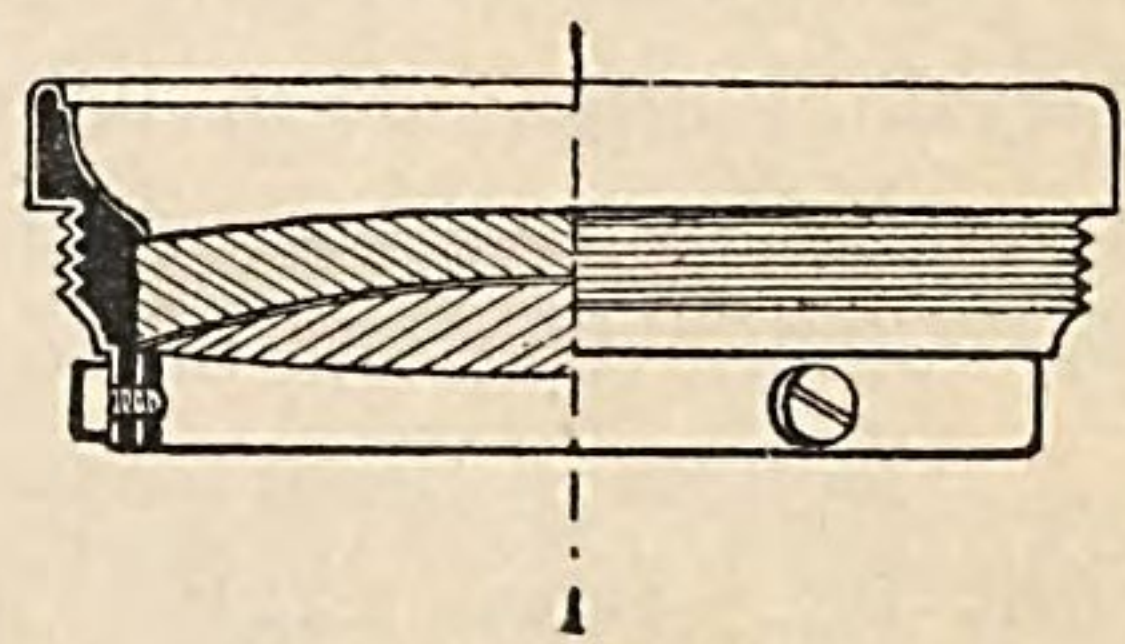


Fig. 12. Objektiv.

*) In Fig. 2 ist die Kapelle offen, in Fig. 11 geschlossen.

beginnt und spiralförmig in der Runde wischt, bis man den Rand der Fassung erreicht hat. (Jeder Druck auf das Glas muss dabei vermieden werden!) Und dann wiederhole man unverzüglich dasselbe Manöver mit einem anderen bereit gehaltenen trockenen Leinwandlappen. Selbstverständlich muss vor Beginn dieser Reinigung der Staub durch den Pinsel entfernt worden sein, sonst setzt man sich der Gefahr aus, durch Verwischen eines Quarzstäubchens (wie sie namentlich in grossen Städten herumfliegen) die Linse zu zerkratzen.

Man hüte das Objektiv namentlich davor, dass Feuchtigkeit und Staub zwischen die beiden Linsen dringen. Das erreicht man am besten dadurch, dass man das Objektiv vor und nach der Beobachtung mit dem Deckel verschlossen hält. *) Letzterer sollte bei Fernrohren von 4" und darüber aus mit Filz oder Leder überzogener Pappe (Pappdeckel) bestehen. Man hüte sich jedoch, den Deckel auf das Objektiv zu stülpen, wenn letzteres durch Tau oder Beschlag nass geworden ist (in welchem Falle man den Beschlag nicht abwischen darf, sondern sein Trocknen abwarten muss). Gegen Tau schützt man sich am besten, indem man dem Objektiv eine innen schwarze Röhre aus Pappe oder Aluminium aufsetzt, Taukappe genannt, deren Länge im allgemeinen mindestens dreimal so gross sein soll, als der Durchmesser des Objektivs beträgt. Je länger desto besser, und zwar aus zwei Gründen: erstens schützt eine lange Taukappe das Objektiv vor Tau auch dann, wenn das Fernrohr nur wenig gegen den Zenith geneigt ist (weil sich der Tau nur auf jenen Flächen bilden kann, die den wolkenlosen Himmel im Zenith haben) und zweitens, weil durch die Taukappe störendes Beilicht abgehalten und die Definition wesentlich verbessert wird.

Unsere Taukappe ist z. B. nur 40 Centimeter lang (aus Aluminium) und ich bedaure sehr, dass die Raumverhältnisse nicht die Anwendung einer doppelt so langen gestatten.

Ist das Objektiv feucht, so darf man es nicht von der Sonne bestrahlen lassen, wenn es nicht Schaden leiden soll. Ebenso wenig darf man es nach Sonnenbeobachtungen mit dem Deckel verschliessen, sondern man muss damit warten, bis es sich abgekühlt hat.

Beherzigt man diese Weisungen, so kann man das Objektiv ein Jahrzehnt lang (auch länger) rein erhalten. Sollte es aber doch einer gründlichen Reinigung bedürfen, so hüte man sich davor, diese selbst vorzunehmen oder durch einen gewöhnlichen »Optiker« (recte Brillenhändler) besorgen zu lassen. Kleinere Objektive kann man wol grossen Optikern anvertrauen, aber grössere Objektive sollten stets an ihren Erzeuger selbst zur Reinigung geschickt werden oder doch mindestens an einen der optischen Künstler, welche selbst Objektive verfertigen. Ein Zerlegen des Objektivs durch den Amateur

*) Sehr bequem (namentlich für grössere Rohre) ist die Einrichtung, den Deckel des Objektivs vom Okularende aus mittelst einer Stange öffnen und schliessen zu können. Aber sie verteuert das Instrument mehr als die gewonnene Bequemlichkeit wert ist.

ist ganz ausgeschlossen, weil die richtige Zusammenstellung von höchster Wichtigkeit ist. Kämen z. B. die beiden Linsen nicht ganz genau in der früheren Lage aufeinander (wobei namentlich die Stanniolblättchen eine grosse Rolle spielen), so wäre schon die Definition des Instrumentes geändert.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass der Amateur gut tut, sich aus Pappe Deckel zu machen, in deren Mitte kreisrunde Öffnungen ausgeschnitten sind. Diese Deckel werden dem Objektiv aufgesetzt, wenn dasselbe abgeblendet werden soll.*) Für einen 5-Zöller wären z. B. zwei Blenden von 3" und 4" Durchmesser wünschenswert: erstere zu Sonnenbeobachtungen, letztere für den Fall, als unruhigen Bildern oder störendem Beilicht — oder auch Mangelhaftigkeit des Objektivs — durch Anwendung einer Blende abgeholfen werden könnte. Doch überzeuge man sich vorher immer durch Versuche, ob auch wirklich das Bild durch Abblendung des Objektivs besser wird.

b) Das Okular.

Nächst dem Objektiv spielt das Okular (o in Fig. 3) in Bezug auf die Leistungsfähigkeit des Fernrohres die wichtigste Rolle. Wenn man sieht, wie kläglich oft grosse Sternwarten mit Okularen ausgerüstet sind, so muss man wirklich staunen; denn meine Versuche mit Okular-Systemen aller Art

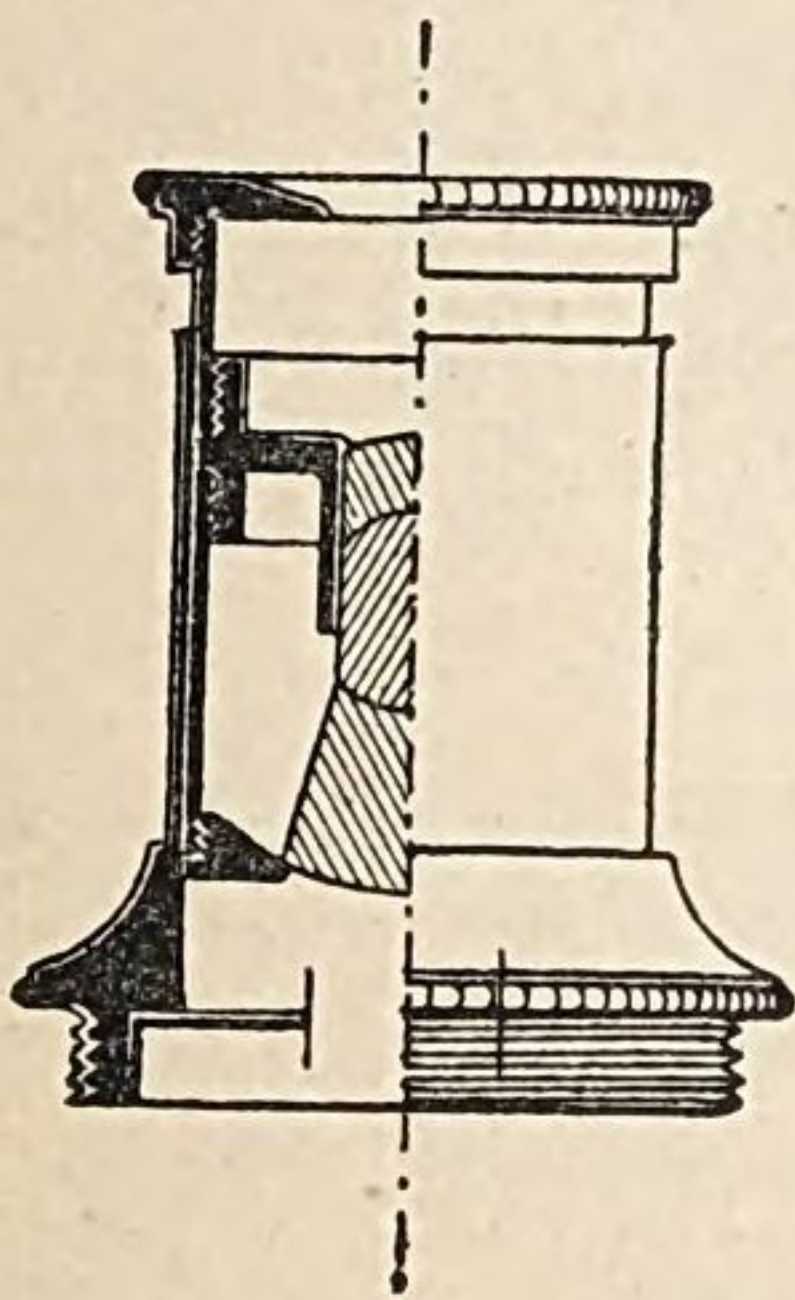


Fig. 13.
Monocentrisches Okular.

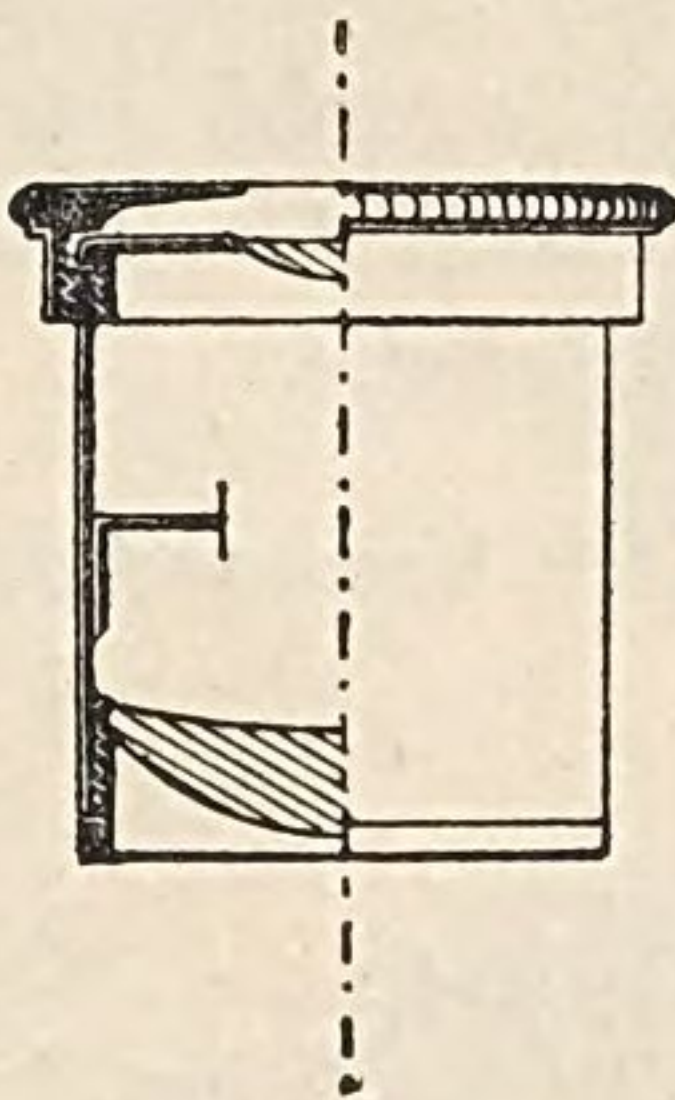


Fig. 14.
Mittenzwey'sches Okular.

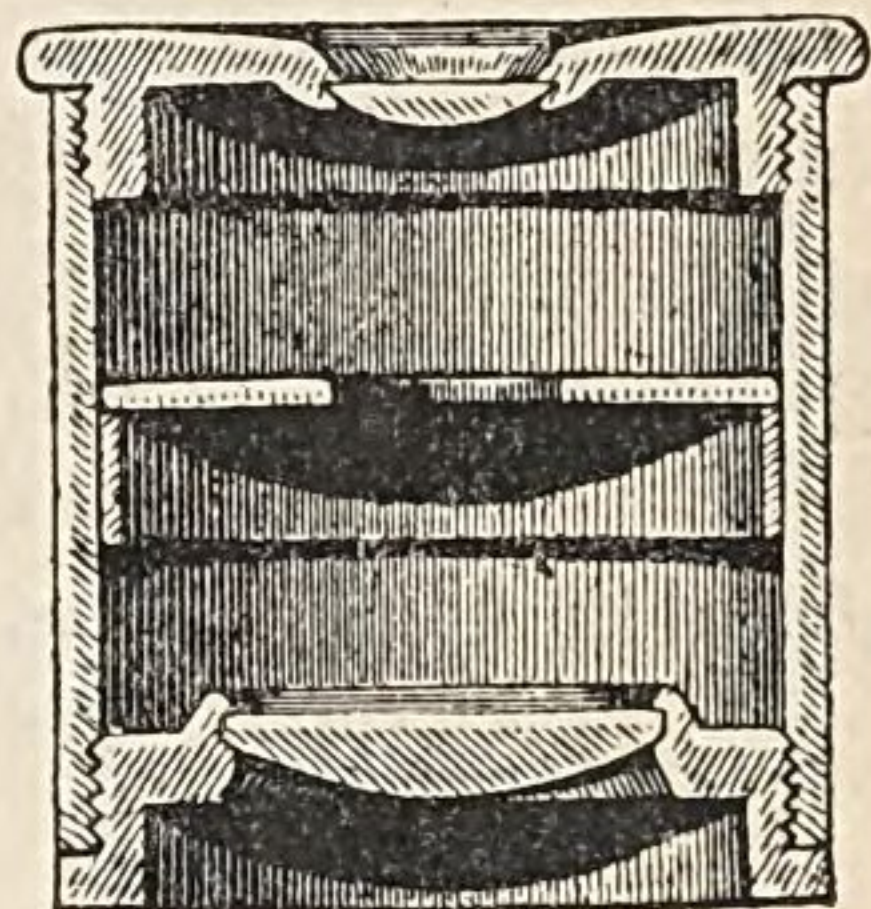


Fig. 15.
Huygens'sches Okular.

haben mir gezeigt, dass die Wahl des richtigen Okulars bei den Beobachtungen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Nach langen Versuchen bin ich zu folgenden Resultaten gekommen:

Für Planetenbeobachtung giebt es kein besseres Okular, als das aus drei verkitteten Linsen, welches »monocentrisches« heisst. (Siehe Fig. 13.) Es gestattet auch die Verwendung am Mikrometer, weil es positiv ist, d. h. das Bild hinter den Linsen hat.

*) Grosse Instrumente sind mit einer »Iris-Blende« vor dem Objektiv versehen, welche vom Okularende aus mittelst einer Stange gedreht wird und es gestattet, das Objektiv in beliebiger Weise abzublenzen. Die Grösse der Abblendung wird dabei durch einen Zeiger angezeigt.

Für Nebelflecke, Kometen und Sternhaufen benutze ich ausschliesslich »dreilinsige Aplanaten«, weil diese das grösste Gesichtsfeld*) und somit die grösste Lichtstärke haben. Jetzt sollen sie aber durch die Mittenzwey'schen Okulare (Fig. 14) übertroffen worden sein, über die ich aber noch keine Erfahrung sammeln konnte.

Für Doppelsterne bediene ich mich (wenn es sich nicht um Messung derselben handelt) der gewöhnlichen Huygens'schen Okulare (Fig. 15), welche, gleich den vorigen, negativ sind, d. h. das Bild zwischen den Linsen haben, also für das Mikrometer nicht gebraucht werden können. Ich benutze sie auch aushilfsweise für Planeten, wenn die monocentrischen in Reparatur sind.

Reinfelder's Preise für diese drei Arten von Okularen sind folgende:

Monocentrisches Mikrometer-Okular, aus einer dreifachen verkitteten Linse bestehend, deren Kugelflächen einen gemeinschaftlichen Radiusmittelpunkt haben. Die Bilder sind deshalb am Rande ebenso wie in der Mitte gleichmässig achromatisch und unverzerrt, sowie reflexfrei.

Nr.		<i>fl.</i>
196.	Okular von 54 Mm. äquivalenter Brennweite, mit Stutzen	40
197.	» » 41 » » » » » »	30
198.	» » 27 Mm. und 20 Mm. äquivalenter Brennweite, mit Stutzen je	20
199.	» » 14, 9, 7 Mm. äquivalenter Brennweite, mit Stutzen je . . .	18

Mittenzwey'sches Okular; aus einem konvex-konkaven Meniskus als Kollektiv und einer plankonvexen Augenlinse bestehend. Dieses Okular vereinigt in sich die Eigenschaften sowohl der früher angefertigten Okulare aus 3 Plankonvex-Linsen mit grossem Gesichtsfelde, als auch der Okulare aus 2 Plankonvex-Linsen ohne Reflexe.

Nr.		<i>fl.</i>
176.	Okular von 68 Mm. äquivalenter Brennweite, mit Stutzen	50
177.	» » 54 » » » » » »	35
178.	» » 41 » » » » » »	20
179.	» » 27 » » » » » »	12
180.	» » 20, 14, 9, 7, 5, 4 Mm. je	9
	Gemeinsamer Stutzen zu den Okularen Nr. 180	2

Huygen'sches Okular, aus 2 plankonvexen Linsen bestehend.

Nr.		<i>fl.</i>
185.	Okular von 27, 20, 14, 9, 7, 5, 4 Mm. ($1, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}$ Zoll) je	7
	Gemeinschaftlicher Stutzen zu diesen Okularen	2

Was die Wahl von Okularen betrifft, so rate ich dem Leser folgendes: Bei Fernrohren bis 3" begnüge er sich mit den gewöhnlichen Huygens'schen. Von $3\frac{1}{2}$ " ab schaffe er sich für Planeten, Mond und Sonne auch mono-

*) Nach der Theorie findet man das Gesichtsfeld eines Okulars, indem man dessen scheinbares Gesichtsfeld (das für die monocentrischen 38—40 Grad, für die Mittenzwey'schen 50—53 Grad und für die Huygens'schen 40—42 Grad beträgt) durch die Vergrösserung des Fernrohres dividirt. Danach sollte z. B. unser $\frac{1}{3}$ " monocentrisches Okular, dessen Vergrösserung 310 ist, 7' 21" wirkliches Gesichtsfeld haben. Es hat aber nur 6' wirkliches Gesichtsfeld. Daher tut der Leser besser, das wirkliche Gesichtsfeld seiner Okulare nach der Anleitung 23 im dritten Teile dieses Buches zu berechnen.

centrische an. Mittenzwey'sche Okulare nehme er für den Sucher und für die schwächsten Vergrösserungen. Nachstehende Tabelle zeigt dem Leser, wie ich mir die Okulare für die verschiedenen Grössen der Fernrohre zusammenstellen würde:

Grösse des Fern- rohres	Monocentrische	Mittenzwey'sche	Huygens'sche
	Okulare		
3 1/2 "	1/2 " 1/3 " 1/4 "	1 1/2 " 3/4 " 1/3 "	1 " 1/2 " 1/3 " 1/4 " 1/5 "
4 "	do.	2 " 1 " 1/2 " 1/4 "	do.
4 1/2 "	do.	do.	3/4 " 1/2 " 1/3 " 1/4 " 1/5 "
5 "	3/4 " 1/2 " 1/3 " 1/4 "	2 " 1 " 1/2 " 1/4 " 1/5 "	do.
5 1/2 "	do.	2 1/2 " 1 1/2 " 3/4 " 1/3 " 1/5 "	3/4 " 1/2 " 1/3 " 1/4 " 1/5 " 1/6 "
6 "	do.	2 1/2 " 1 1/2 " 3/4 " 1/2 " 1/4 " 1/6 "	1/2 " 1/3 " 1/4 " 1/5 " 1/6 "
6 1/2 "	1 " 3/4 " 1/2 " 1/3 " 1/4 "	} 2 1/2 " 2 " 1 1/2 " 1 " 3/4 "	do.
7 "	do.		1/3 " 1/5 " 1/6 " 1/7 "

Von diesen Okularen liesse ich mir die **fett** gedruckten mit Fadenkreuz versehen, und zwar aus zwei Gründen: erstens braucht man ein Fadenkreuz-Okular im Hauptrohre, um den Sucher genau einstellen zu können, zweitens sind Fadenkreuz-Okulare zu sehr vielen anderen Dingen nützlich. Ein Fadenkreuz aus Spinnenfäden erhöht übrigens den Preis nur um eine Mark.

Die Okulare sollten entweder in einem verschliessbaren Kästchen oder unter einem Glaskasten (siehe Fig. 2, wo man auf dem Pulte den Glaskasten gewahrt, der unsere 24 Okulare, 7 Blendgläser und das Sternspektroskop enthält) aufbewahrt und ihre äusseren Linsen vor dem jedesmaligen Gebrauche mit dem Kamelhaarpinsel abgestäubt werden. Von Zeit zu Zeit, wenn man bemerkt, dass die Linsen schmutzig sind — jedes Staubteilchen auf denselben wird bei Tagesbeobachtungen sofort sichtbar —, schraube man die einzelnen Linsen (die kleinere heisst die Augenlinse, die grössere — gegen das Objektiv gekehrte — die Sammellinse) ab und reinige sie mit einem trockenen, alten Leinwandlappen — oder, wenn es nötig ist, mit Alkohol, sowie beim Objektiv angegeben. Doch hüte man sich sehr, die Linsen zu zer-

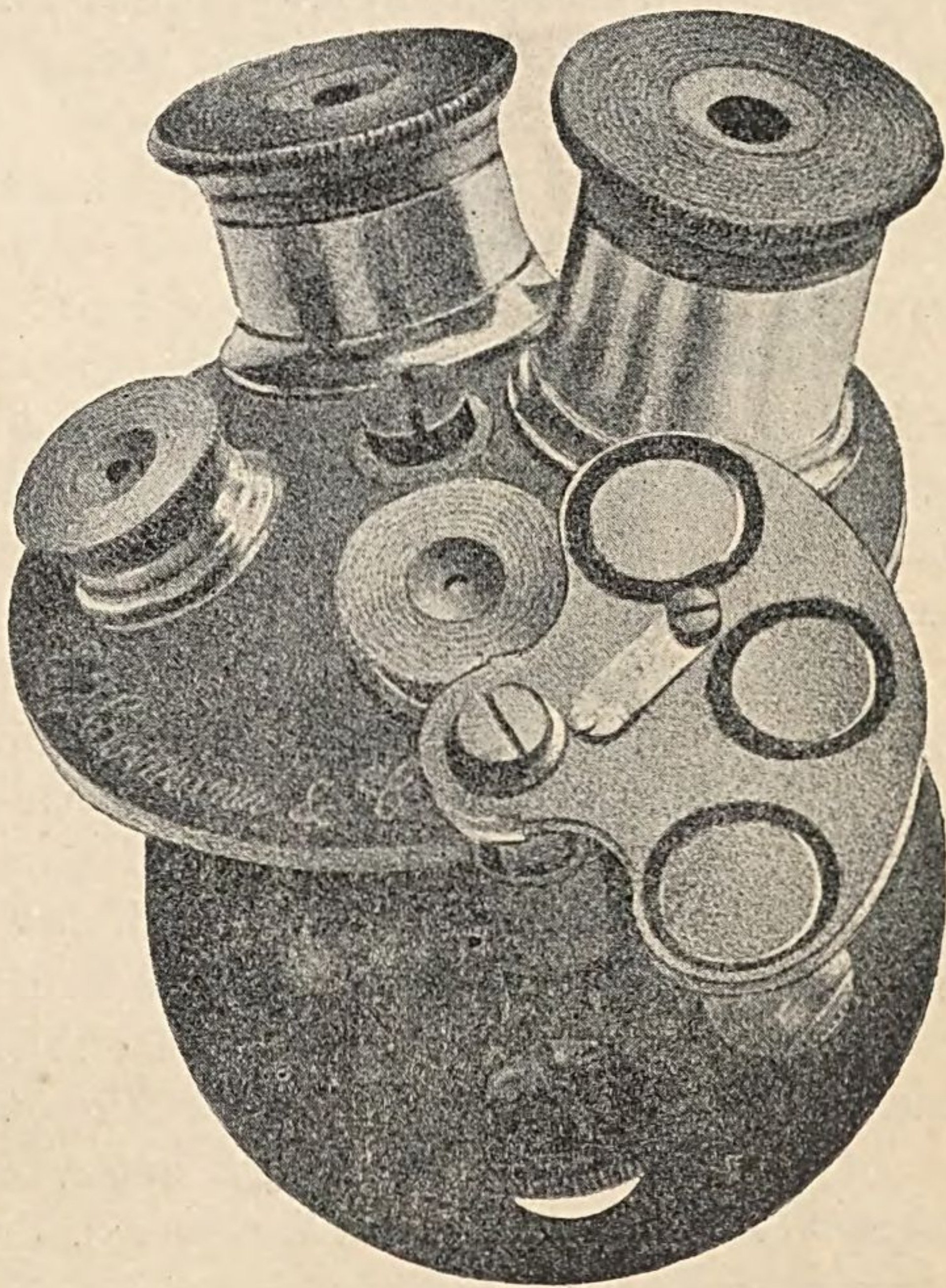


Fig. 16. Revolver-Okular.

kratzen, weil jeder Kratzer bei der Beobachtung sehr stört und das Bild schädigt. Deshalb lasse man ein so verkratztes Okular auch sofort durch seinen Verfertiger abschleifen.

Über das Messen der Vergrösserungen der Okulare siehe Kapitel 8 dieses Teiles.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass es auch sogenannte Revolver-Okulare giebt (siehe Fig. 16), welche insofern praktisch sind, als man bei häufigem Wechsel der Okulare das Heraus- und Hineinschieben erspart. Man steckt nämlich mehrere Okulare in den »Revolver« und kann nun durch einfaches Drehen ein Okular nach dem anderen vor die Öffnung schnellen lassen.

c) Der Sucher.

Der Sucher (S in Fig. 3) dient bei Fernrohren von 3" und darüber (übrigens auch für solche von $2\frac{1}{2}$ " empfehlenswert) zum schnelleren Auffinden der Objekte. Deshalb sollte er auch so gross als möglich sein, namentlich wenn das Fernrohr keine geteilten Kreise hat. Die Sucher, welche den Fernrohren von Seiten der Fabrikanten beigegeben werden, sind meistens zu klein und von zu grosser Brennweite. Nach meinem Dafürhalten sollte (bei kleinen und mittleren Fernrohren) das Verhältnis zwischen Objektivdurchmesser des Hauptrohres und jenem des Suchers mindestens wie 10 : 4 sein, so dass also ein 4-Zöller einen Sucher von 41 Millimetern, ein 3-Zöller einen solchen von 34 Millimetern, ein 5-Zöller einen solchen von 54 Millimetern erhalten sollte. (Unser 7-Zöller hat einen Sucher von 81 Millimetern, dessen Gesichtsfeld nicht weniger als 4 Grad 11 Minuten beträgt [bei der schwächsten Vergrösserung von 12 mal], auf dem ich aber alle Okulare des Hauptrohres verwenden kann — ausgenommen den $2\frac{1}{2}$ -zölligen Aplanaten — sogar das $\frac{1}{8}$ -zöllige Huygens-Okular, das bei einer 195-fachen Vergrösserung noch ein Gesichtsfeld von 12 Minuten 40 Sekunden hat.)

Dabei sehe man aber darauf, dass die Brennweite des Suchers nicht mehr als höchstens das Zehnfache der Objektivöffnung beträgt. Besser ist das Verhältnis 1 : 9 und am besten 1 : 8 (wie bei unserem Sucher), weil dann das Gesichtsfeld des Suchers ein sehr grosses ist. Dass die Definition darunter leidet, hat nichts zu sagen, denn der Sucher dient nicht zum Beobachten, sondern zum Suchen, soll also lichtstark sein und ein möglichst grosses Gesichtsfeld*) haben. Deshalb gebe man ihm auch ein möglichst grosses Okular, weil dieses die schwächste Vergrösserung giebt. Bei grösseren Suchern (47 Millimeter Öffnung und darüber) lasse man sich auch nebst dem Fadenkreuz einen kleinen Stahlring auf Glasplatte anbringen. Denn bei finsterem Himmel kann man das Fadenkreuz nicht wahrnehmen, während der schwarze Ring noch gut sichtbar bleibt. Man stellt dann das Objekt nach Augenmass in die Mitte des Ringes.

Jedenfalls Sorge man auch dafür, dass die Gewinde des Suchers mit jenen des Hauptrohres übereinstimmen, damit man auch andere Okulare auf

*) Wie man das Gesichtsfeld berechnet, siehe dritten Teil, Anleitung 23.

dem Sucher verwenden kann. Nachstehende Tabelle zeigt dem Leser, wie ich mir den Sucher zu einem Fernrohre bestimmter Grösse wählen würde:

Grösse des Fernrohres	Des Suchers				Bemerkung
	Objektiv	Brennweite	Okular	Ver- grösserung	
3"—3 $\frac{1}{2}$ "	34 mm	27 cm	1"	10 mal	Fadenkreuz
4"—4 $\frac{1}{2}$ "	41—47 mm	33—38 cm	1"—1 $\frac{1}{2}$ "	12—9 mal	»
5"—5 $\frac{1}{2}$ "	54—60 »	43—48 »	1 $\frac{1}{2}$ "	11—12 »	} Fadenkreuz mit Ring
6"—6 $\frac{1}{2}$ "	68—74 »	54—59 »	1 $\frac{1}{2}$ "	15—16 »	
7"—8"	81—95 »	65—76 »	2"	12—14 »	

Über die Anbringung des Suchers siehe Kapitel 1 im zweiten Teil.

d) Klemmung, Feinbewegung und Uhrwerk.

Wenn ein Fernrohr auf ein Gestirn eingestellt ist, bleibt dieses nicht ruhig, sondern läuft aus dem Gesichtsfelde hinaus, und zwar desto schneller je stärker die Vergrösserung, und je kleiner das Gesichtsfeld des Okulars ist. Es ist dies die ganz natürliche Folge der Axendrehung der Erde.

Will man also das Gestirn beständig in der Mitte des Gesichtsfeldes behalten, so muss man das Fernrohr mit der Hand nachführen. Hat das Fernrohr nur grobe Bewegungen, so zittert das Gestirn dabei derart, dass von einer ruhigen Beobachtung keine Rede sein kann — ausgenommen man schiebt das Rohr ruckweise voraus, derart, dass es bereits zur Ruhe gekommen ist, wenn das Gestirn durch sein Gesichtsfeld zieht, worauf man nach seinem Verschwinden wieder das Rohr mit einem Ruck vorausschiebt und dieses Manöver fortwährend wiederholt.

Um dieses lästige Schieben des Fernrohres zu vermeiden, giebt man ihm Feinbewegungen und Klammungen (4—6 Fig. 3). Erstere können durch Schlüssel, Schrauben oder Schnüre, letztere durch Schlüssel oder Schrauben geschehen. Am praktischsten finde ich die Schrauben, am wenigsten praktisch die Schnüre. (Unser Fernrohr hat zum Klemmen Schlüssel, zur Feinbewegung in α einen Schlüssel, zu jener in δ eine Doppelschraube. Mit letzterer bin ich am meisten zufrieden.)

Hat das Fernrohr kein Uhrwerk, so muss man, wenn es parallaktisch aufgestellt ist, beständig den α -Schlüssel drehen (hat also nur eine Hand frei), ist es aber horizontal aufgestellt, dann heisst es gar, beide Hände zur beständigen Drehung beider Schlüssel zu verwenden.

Das alles entfällt, wenn das Fernrohr Uhrwerk mit endloser Schraube besitzt (so dass dasselbe ohne Aufhaltung ausgeschaltet werden kann), weil dann bei der Klemmung in α das Fernrohr vom Uhrwerke mitgenommen wird. Selbstverständlich muss das Uhrwerk mit Regulator versehen sein,

*) Unser schwächstes Okular (40-fache Vergrösserung) wird von einem Äquatorsterne in 4 Minuten 16 Sekunden durchlaufen, unser stärkstes (830-fache Vergrösserung) schon in 12 Sekunden.

weil der Lauf der Planeten, des Mondes und der Sonne von dem gleichförmigen Laufe der Sterne verschieden und auch an sich nicht gleichförmig ist, weshalb das Uhrwerk immer erst auf die Schnelligkeit des zu beobachtenden Gestirnes eingestellt werden muss. Diese Regulirung ist aber bald erreicht.

Die treibende Kraft des Uhrwerkes muss natürlich so viel Überschuss haben, dass alle kleinen Hindernisse überwunden werden. Wenn es versagt, muss es zerlegt, gereinigt und geölt werden. Am besten sind geflochtene (nicht gewundene!) Dratschnüre. Schön ist es, wenn das Uhrwerk in einer »Kapelle« angebracht ist, und das Gewicht im Inneren der Säule läuft (siehe Fig. 2 und 11), aber praktischer ist es, wenn das Uhrwerk aussen angebracht ist. Wenn nämlich das Gewicht herunterstürzt oder sonst Havarie eintritt, muss man im ersteren Falle immer das ganze Fernrohr auf seinen Fusschrauben heben, um zu dem Gewichte gelangen zu können. Allerdings liesse sich das vermeiden, wenn die Säule (17) die Cook'sche Glockenform hätte (wie unsere) — die obendrein stabiler ist als jene in Fig. 3 — aber dabei eine grosse Seitenöffnung unten, durch die man zum Gewichte gelangen könnte.

e) Die Kreise.

Um ein Gestirn sofort nach seinen Koordinaten (α und δ) finden zu können, d. h. im Fernrohre, giebt man dem letzteren eine parallaktische Aufstellung und versieht es mit Kreisen.

Während bei der horizontalen Aufstellung das Fernrohr sich nur wagrecht und senkrecht bewegen kann, bewegt es sich bei der parallaktischen Aufstellung in der Richtung der täglichen Bewegung der Sterne und im Meridian, d. h. der Verbindungslinie beider Pole. Dies geschieht dadurch, dass man die eine, feste Axe des Fernrohres, die Polaraxe (13 in Fig. 3) so aufstellt, dass sie mit ihrem höheren Ende genau nach dem Nordpol zeigt. Die andere, bewegliche Axe, Deklinationsaxe genannt (12 in Fig. 3), steht auf der Polaraxe senkrecht. Das Fernrohr dreht sich also einerseits um die Deklinationsaxe, andererseits mit derselben um die Polaraxe.

Ist das Fernrohr richtig aufgestellt, so kann man jedes Gestirn von bekannten Koordinaten sofort einstellen, wenn man die Sternzeit kennt und — wenn das Fernrohr geteilte Kreise besitzt. Der δ -Kreis (10 in Fig. 3) soll in vier Quadranten von 0—90 Grad geteilt sein (Teilungen von 0—180 oder 0—360 sind verwerflich), der Stundenkreis (7 in Fig. 3) in 24 Stunden. Die Ablesung der Kreise erfolgt mit Hilfe von Verniers (9 in Fig. 3) durch Lupen. Vernier (fälschlich Nonius genannt) nennt man eine kleine Skala, die an die Teilungen der Kreise eng anschliesst, und mittelst welcher man noch Teile der kleinsten Einheit der Kreise ablesen kann. Unser Stundenkreis z. B. ist direkt in je zwei Minuten geteilt, seine Verniers in 30 Teile, so dass sich vier Sekunden direkt ablesen, zwei Sekunden abschätzen lassen. Unser δ -Kreis hat direkte Teilung von halben Graden, was also die Ablesung von Minuten und Schätzung von 30 Sekunden gestattet.

Den Gebrauch des Verniers wird der Leser begreifen, wenn ich ihm sage, dass die Länge seiner Skala stets um eine Einheit weniger besitzt als die gleiche Länge des Kreises, aber dabei in dieselbe Anzahl Einheiten geteilt ist, wie dieser. Ein Blick auf die beistehende Fig. 17 zeigt z. B., dass 30 Teilstriche des Vernier b zusammen 29 Teilstrichen des Kreises a entsprechen; daraus folgt, dass, nachdem der Kreis in halbe Grade geteilt ist, der Vernier den 30. Teil eines solchen, also eine Bogenminute abzulesen gestattet. In der Fig. 17 stimmen gerade die beiden Nullpunkte überein, folglich zeigt der Kreis 0 Grad. Würde man ihn etwas verschieben z. B. derart, dass der 0-Strich des Verniers mit dem 4 Grad-Strich des Kreises zusammenfiele, so würde letzterer auf genau 4 Grad stehen. Wenn aber z. B. der erste Strich rechts vom 0-Strich des Verniers mit

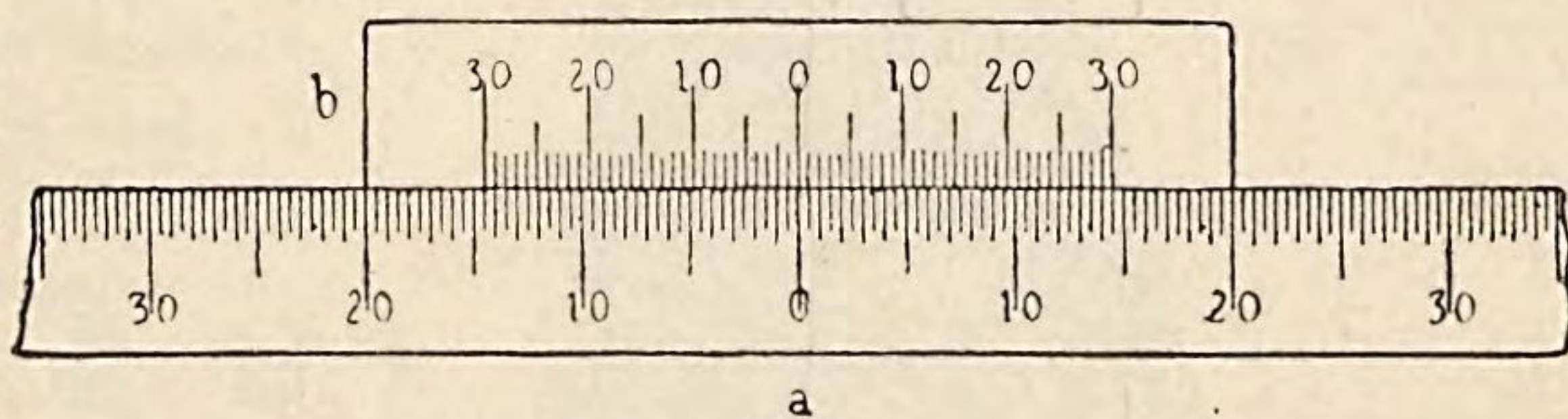


Fig. 17. Vernier.

dem ersten Striche rechts vom 0-Strich des Kreises zusammenfiele, so ergäbe die Ablesung 0 Grad 1 Minute. Fiele der zweite Strich rechts vom 0-Strich des Verniers mit dem zweiten Striche rechts vom 0-Strich des Kreises zusammen, so wäre die Ablesung 0 Grad 2 Minuten. Man muss also immer sehen, der wievielte Teilstrich des Verniers mit einem Teilstriche des Kreises zusammenfällt, und diesen Teilstrich zu jener Kreisangabe dazu zählen, welche sich vor dem 0-Punkt des Verniers befindet. Steht z. B. der 0-Strich des Verniers genau in der Mitte zwischen dem Striche des Kreises, der $47^{\circ} 30'$ und jenem, der 48° bedeutet, so wird der 15. Teilstrich des Verniers mit einem Teilstriche des Kreises (und zwar 55°) zusammenfallen; die Ablesung ist also dann $47^{\circ} 30' + 15' = 47^{\circ} 45'$.

Genau so verhält es sich mit den Ablesungen des Stundenkreises, nur dass dort mit Zeitminuten und Zeitsekunden zu rechnen ist. Steht z. B. der 0-Strich des Verniers unseres Stundenkreises genau in der Mitte zwischen dem Striche des Stundenkreises, welcher $17^h 26^m$ und jenem der $17^h 28^m$ bedeutet, so wird der 15. Teilstrich des Verniers mit einem Teilstriche des Kreises zusammenfallen; die Ablesung ist dann $17^h 26^m + 4 \times 15^s = 17^h 27^m 0^s$. Käme durch eine weitere kleine Verschiebung statt des 15. der 16. Teilstrich des Verniers mit einem Teilstriche des Kreises in Zusammenfall (Koincidenz) so wäre die Ablesung $17^h 26^m + 4 \times 16^s = 17^h 27^m 4^s$.

Bequem ist die Einrichtung, beide Kreise vom Okularende mittelst langer Mikroskope ablesen zu können; aber sie ist sehr kostspielig und eigentlich auch entbehrlich; namentlich für kleinere Instrumente.

4. Der Beobachtungsstul.

Nachdem das Fernrohr sowol nach dem Zenith, als auch nach dem Horizont gerichtet sein kann, was den Beobachter zwingt, entweder auf dem Boden zu kauern oder in gleicher Höhe mit dem Axenkreuzungspunkte des

Fernrohres zu sitzen, kann man einen gewöhnlichen Stuhl zum Beobachten nicht brauchen, sondern muss sich einen sogenannten »Beobachtungsstuhl« anschaffen. Die einfachste Form desselben ist jene in Fig. 18. Wie man sieht, ist es eine Art Treppenstuhl mit beweglichen Staffeln. Jene Staffeln, die höher sind, als man eben zu sitzen wünscht, werden in die Höhe geklappt und dienen dem Beobachter zugleich als Rücklehne (in Fig. 18 sind vier aufgeschlagen). Unser Beobachtungsstuhl ist 2 Meter hoch, hat 10 Staffeln von je $2\frac{1}{2}$ Centimeter Dicke, deren Drehpunkte je 20 Centimeter voneinander abstehen. Ausserdem haben wir aber noch ein festes viereckiges Kissen von

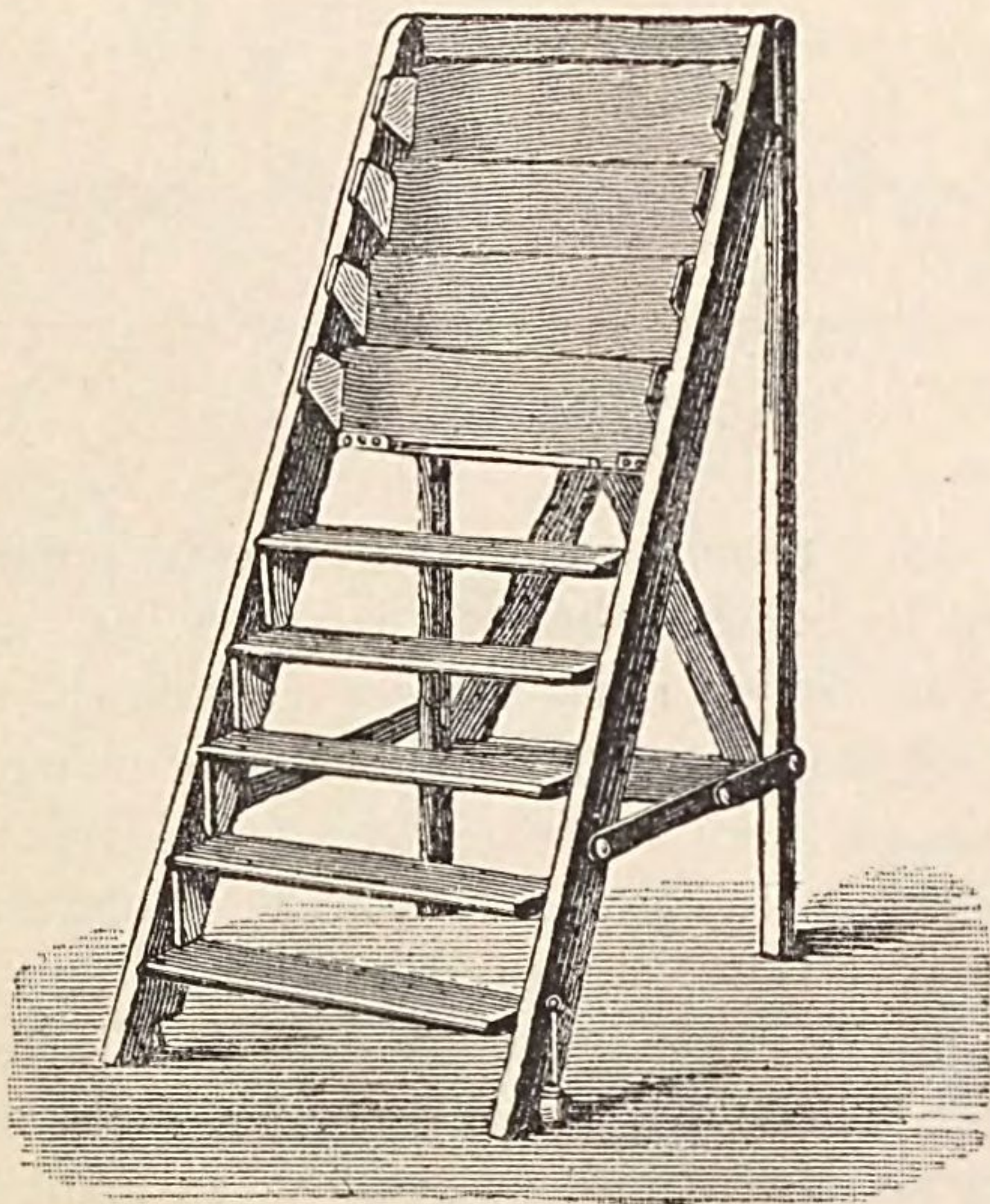


Fig. 18. Beobachtungsstuhl.

10 Centimetern Dicke und ein anderes weiches von 5 Centimetern Dicke, so dass wir von 5 zu 5 Centimetern die Höhe des Sitzes ändern können.*)

Die Breite des Stules beträgt 63 Centimeter, jene der Staffeln selbst 19 Centimeter; letztere ruhen aber auf Leisten, die an die Innenseiten der beiden Seitenteile des Stules angeschraubt sind. Ausserdem liess ich auf der Aussenseite des einen Seitenteiles (zur Rechten des Beobachters) eine 2 Meter lange Eisenschiene anschrauben, an welcher sich ein 45×60 Centimeter grosses Tischchen mittelst Eisenklammer auf- und abschieben und mittelst einer Schraube in beliebiger Höhe festklemmen lässt. Dieses Tischchen ist unentbehrlich; auf dieses werden die

voraussichtlich notwendigen Okulare, die Lampe, die zum Zeichnen nötigen Gerätschaften, die Karten, Tafeln, Bücher, und was man sonst braucht, gestellt.

Der Beobachtungsstuhl kostete 20 Mark, das Tischchen nebst Eisenschiene u. s. w. 8 Mark.

Früher hatte der Stuhl Rollen, doch fand ich dieselben unpraktisch, weil sie den Stuhl unstät machten.

5. Die Beobachtungslampe.

Eine ganz praktische Form von Beobachtungslampen sind jene in Fig. 19 und 20 dargestellten von Bardou (15 frs.), weil sie gestatten, die Kreise abzulesen, ohne die Augen zu blenden, und weil ihr Licht nach Belieben bis

*) Nachdem die Gestirne auf- und absteigen, muss man oft alle Viertelstunden die Höhe seines Sitzes ändern, was, um Strecken des Halses und Einziehen der Brust zu verhindern, eben durch Regulirung der Staffeln mittels Kissen sich am besten bewerkstelligen lässt.

zur völligen Dunkelheit abgeblendet werden kann. Denn der Amateur vergesse nicht, dass es oft von höchster Wichtigkeit ist, im Dunkeln oder bei sehr schwacher Beleuchtung zu beobachten. Kometen, Nebelflecke u. dergl. schwache Objekte kann man überhaupt nur im Dunkeln beobachten, und zwar, nachdem sich das Auge bereits eine Viertelstunde lang an die Dunkelheit gewöhnt hat. Beim Monde ist hingegen volle Beleuchtung nicht nur gestattet, sondern sogar wünschenswert; sonst gedämpftes Licht.

Des Zeichnens wegen kann ich nicht auf Beleuchtung völlig verzichten, deshalb half ich mir früher in folgender Weise: ich stellte eine kleine Petroleum-

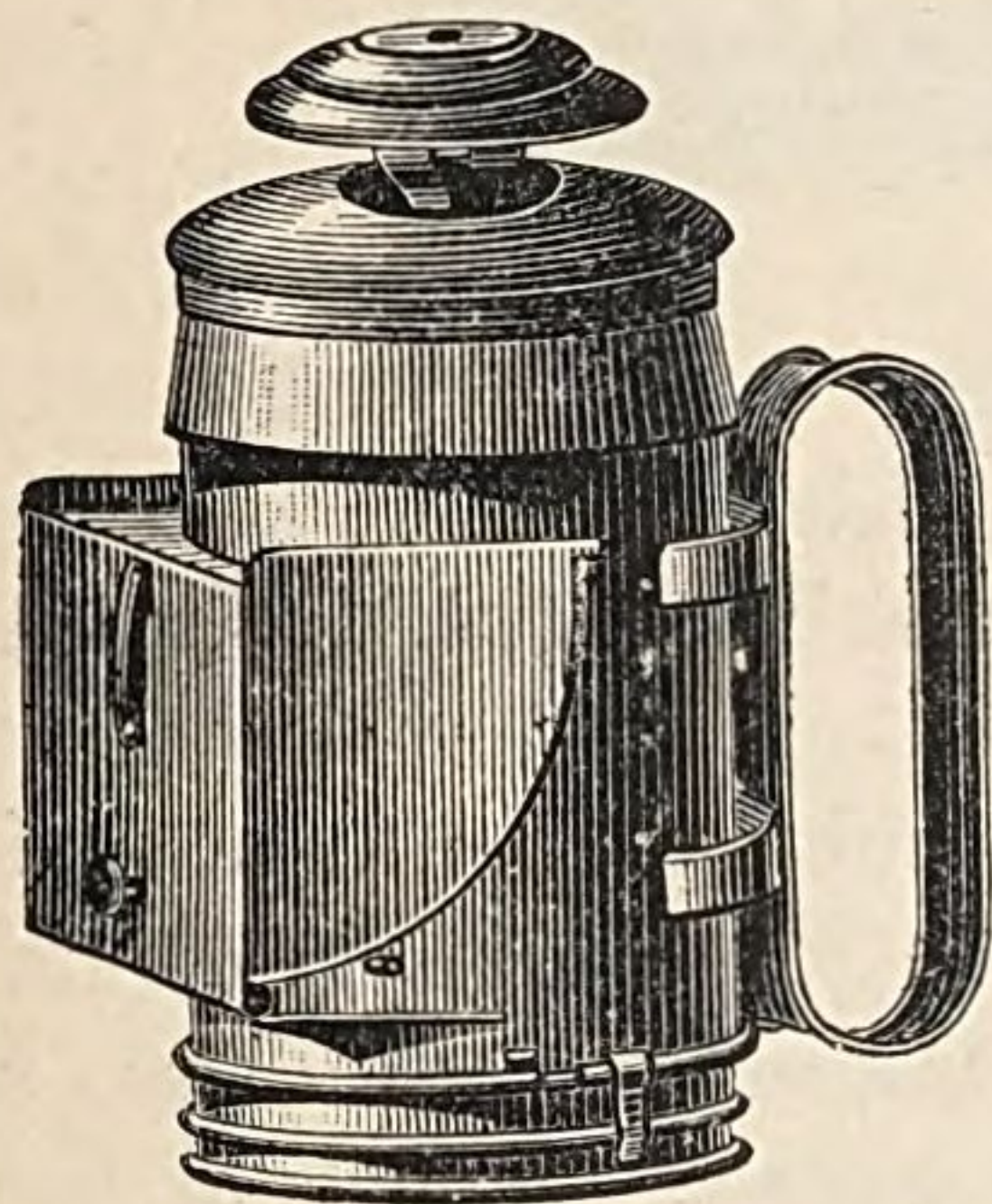


Fig. 19. Beobachtungslampe, aussen.

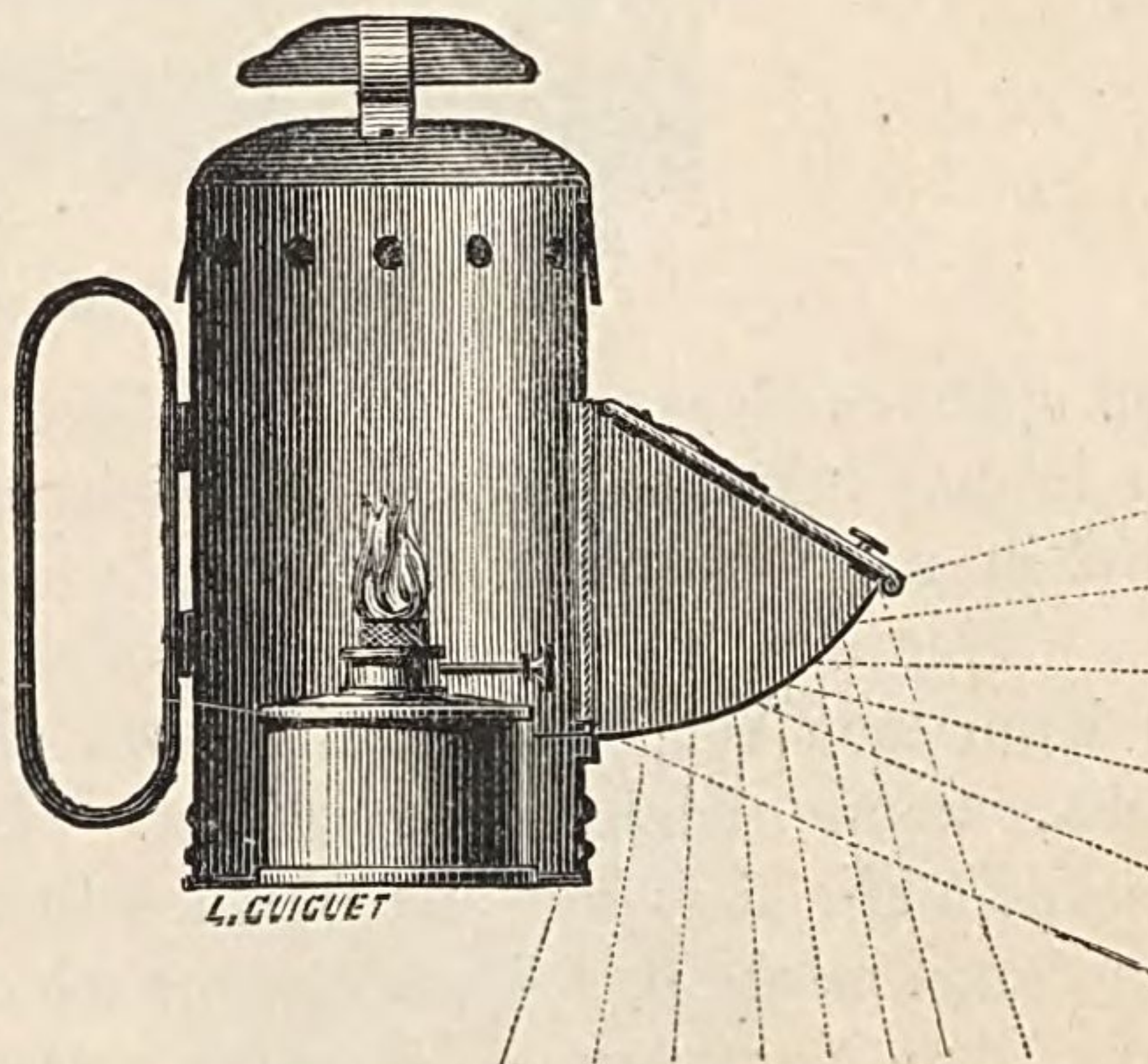


Fig. 20. Beobachtungslampe, Durchschnitt.

lampe (33 Centimeter hoch, $2\frac{1}{2}$ Centimeter oberer Cylinder-Durchmesser) in einen selbstverfertigten Pappkasten, der auf diese Art dem Lampenlichte nur aus der einen offenen Seite auszutreten gestattet. Diesen Pappkasten stellte ich in die entfernteste Ecke des auf dem Beobachtungsstuhle angebrachten Tischchens derart, dass die Lichtstrahlen nur die in der Hand befindliche Zeichnung treffen konnten, nicht aber meinen vor dem Okular befindlichen Kopf. Bei Messungen stellte ich den Pappkasten derart, dass das Licht nur die Trommel des Mikrometers traf.

6. Die Spektroskope.

Es würde den Rahmen dieses Werkes übersteigen, wenn ich dem Leser eine ausführliche Anleitung zu spektroskopischen Beobachtungen geben wollte; die wenigsten Amateure werden sich der Spektroskopie zuwenden, und jene, welche diese Absicht haben, müssen ganz andere Studien machen, wenn sie darin etwas Nennenswertes leisten wollen. Dagegen würde die Ausrüstung einer Privatsternwarte nicht vollständig sein, wenn sie nicht auch zwei kleine Spektroskope enthielte: eines für die Sonne, das andere für Sterne.

Für die Sonne genügt ein Taschenspektroskop vom Typ Browning (Fig. 21), wie es früher von Schmidt & Hänsch für 20 Mark ohne, und für 24 Mark mit beweglichem Spalt, und für 48 Mark mit Skala an-

gefertigt wurde.*) Der Gebrauch ist folgender: Man sieht bei o (Fig. 21) in die Öffnung hinein, nachdem man zuvor durch Drehung des Wulstes r den Spalt c c so wenig geöffnet hat, dass gerade noch schwaches Licht einfällt. (Man richtet das Instrument nicht direkt gegen die Sonne, sondern gegen den Himmel oder eine helle Wolke.) Hierauf zieht man den beweglichen Teil b b aus der Röhre a a sehr langsam heraus, und zwar so lange, bis man die Fraunhofer-Linien vollkommen scharf sieht. Dann macht man mit einer Nadel bei d d in die Röhre b b einen Ritzer, als Zeichen bis wohin man bei

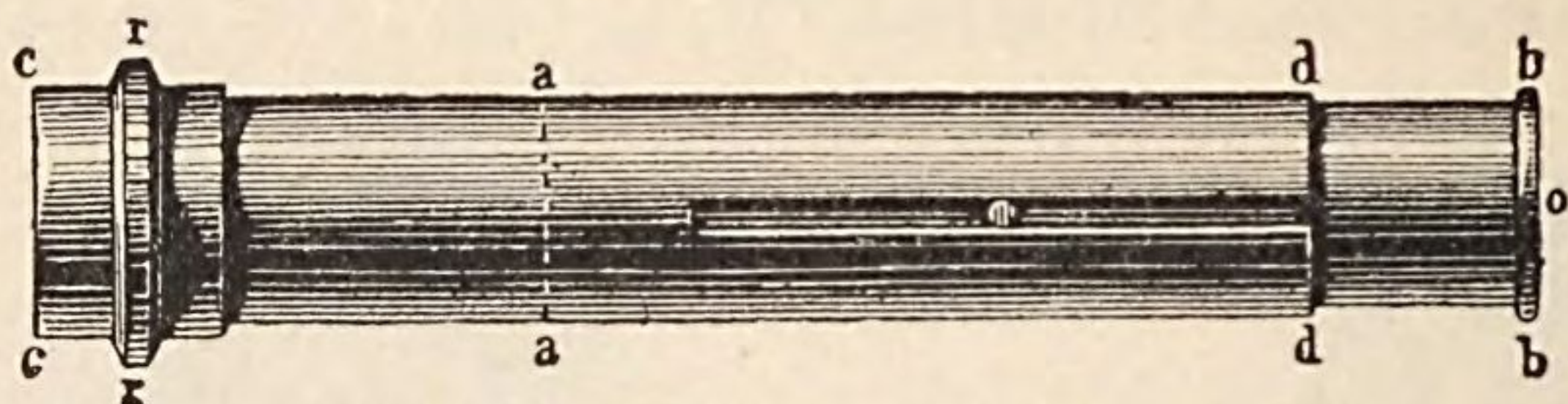


Fig. 21. Taschenspektroskop.

den späteren Beobachtungen die Röhre herauszuziehen hat, um das Spektrum im Brennpunkte zu haben. Endlich regulirt man noch die Helligkeit durch Drehen des Wulstes r.

Hat das Instrument eine Skala — was sehr empfehlenswert ist! — so kann man sich auch merken, wo die D-Linie (die starke Linie im Gelb) steht, wenn richtig fokussirt ist. Durch Drehen des Wulstes an der Parallelröhre lässt sich die Skala selbst derart stellen, beleuchten (und verschwinden machen), wie man es braucht. Die Skala ist dann richtig fokussirt, wenn ihre Nummern ganz scharf erscheinen.

Man kann auf die einfachste Art die Natrium-Linie D und die Kalium-Linie B umkehren, indem man während des Durchsehens von einem anderen ein schwedisches Zündhölzchen dicht vor dem Spalte anbrennen lässt. Dann flammen für einen Augenblick die gelbe und die rote Linie auf, um sich im nächsten Augenblicke in dunkle Linien zu verwandeln. Auch Magnesium-Linien lassen sich auf diese Weise durch Anzünden eines Magnesiumfadens vor dem Spalt umkehren.

Wir haben selbst ein solches Instrument, welches 180 Fraunhofer-Linien zeigt, deren zeichnerische Aufnahme und Identifizierung eine Arbeit von zwei Tagen verursachte. Dabei musste ich natürlich allerlei Kunstgriffe anwenden, um alle Linien sehen zu können; z. B. nach dem Sonnenrande, in die Sonne direkt oder seitlich von ihr schauen, bei Sonnenuntergang beobachten u. s. w. Dann entwarf ich eine Skala im grossen Massstabe, ihrer Einteilung nach der Skala des Spektroskops entsprechend, auf welcher alle 180 Linien ihrer genauen Lage nach eingezeichnet und unten in besonderen Rubriken identifizirt waren.**)

Als einfachstes Sternspektroskop kann das Zöllner'sche betrachtet werden, das mit zwei Cylinderlinsen 24 Mark kostet.

*) Diese Firma hat die Erzeugung von Instrumenten seit längerer Zeit eingestellt. Bei Steinheil kostet Fig. 21 (ohne Skala) 48 Mark.

**) Unser Instrument nebst dieser von mir entworfenen Zeichnung und Etui ist wegen geplanter Beschaffung eines grösseren Spektroskops für 50 Mark verkäuflich.

Es unterscheidet sich von dem in Fig. 22 dargestellten nur dadurch, dass die Cylinderlinse o viel praktischer am entgegengesetzten Ende angebracht und auswechselbar ist, während der Prismensatz $a\ b\ a'$ mehr gegen B hingerrückt ist. Ausserdem ist es nicht durch das Gewinde bei $d\ d$ anzuschrauben, sondern es sitzt (praktischer) fest auf einem Deckel, der auf das Okular gesteckt und daselbst mittelst einer Schraube befestigt wird.

Bei A befindet sich ausserdem noch eine Schraube, welche die innere Hülse an die äussere festklemmt. Der Gebrauch ist folgender: Man setzt erst das Spektroskop auf das Okular (am besten eins von etwa 70 facher Vergrösserung), zieht die innere Röhre heraus und stellt dann den Stern so ein, dass er scharf ist. Dann schiebt man die Röhre langsam so weit hinein, bis man die Fraunhofer-Linien scharf und deutlich sieht, und klemmt sie mit der Schraube bei A fest. Dabei lässt sich das Spektrum durch Drehen der inneren, sowie der äusseren Röhre so reguliren, dass die Linien im Spektrum vertikal stehen, und dass letzteres selbst das rote Ende entweder rechts oder links hat.

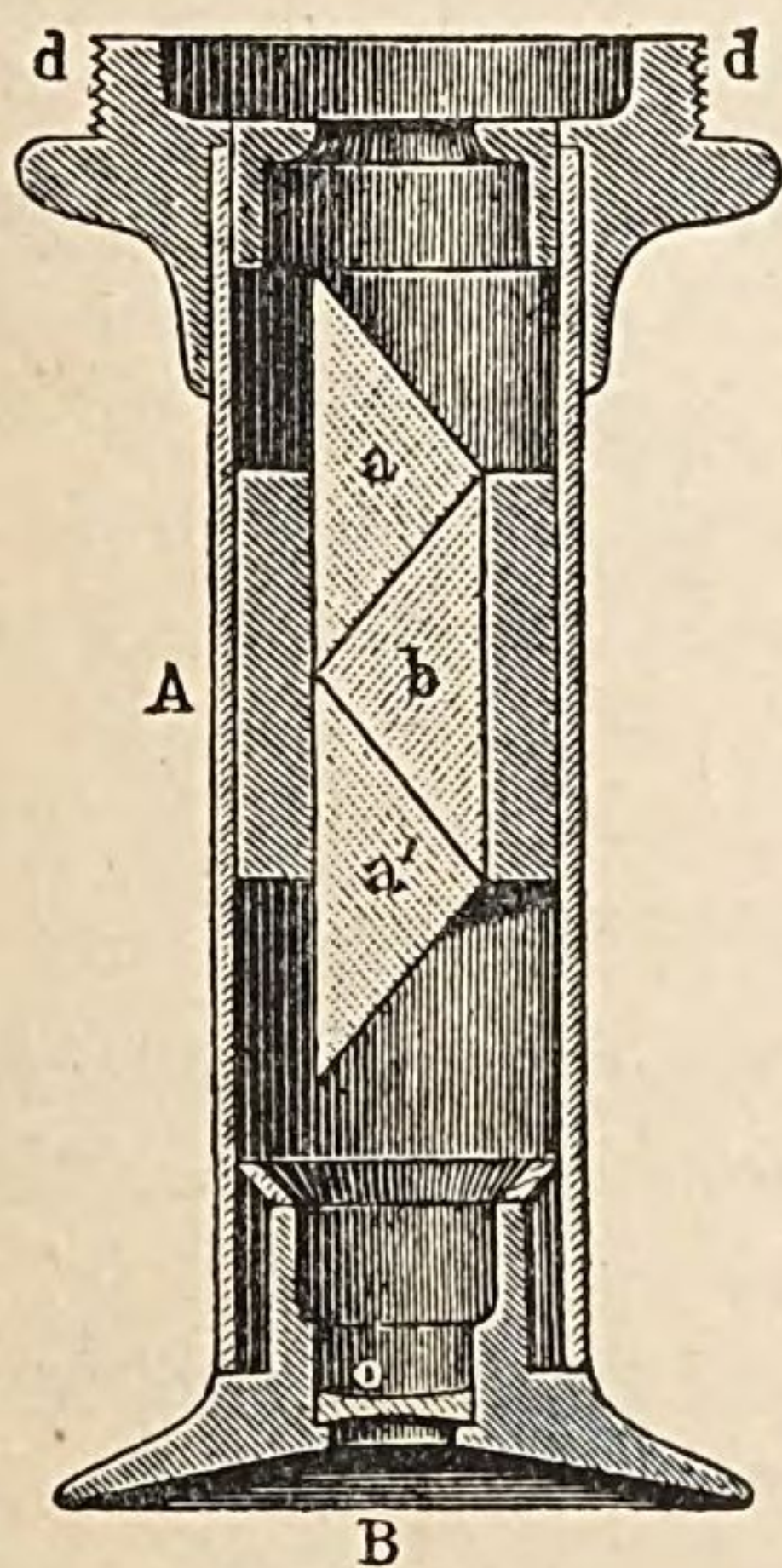


Fig. 22. Sternspektroskop nach Zöllner.

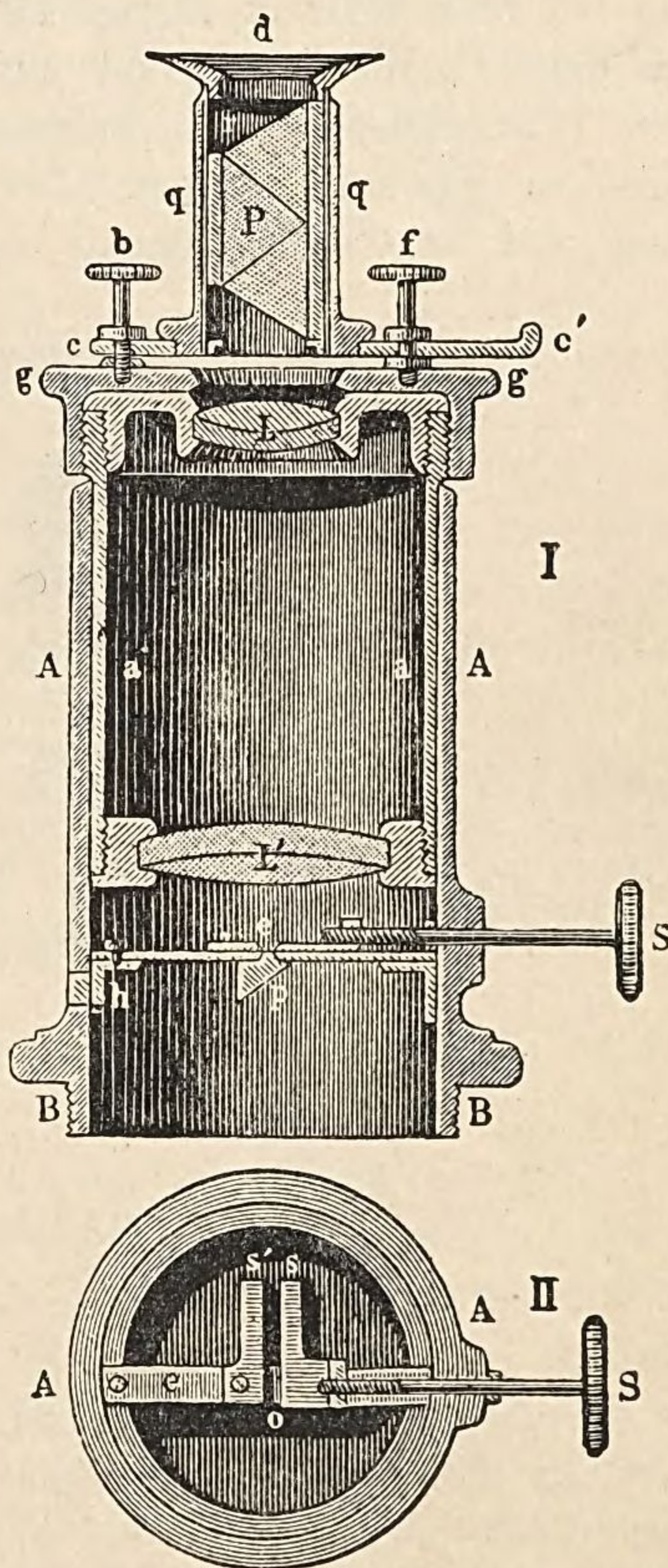


Fig. 23. Sternspektroskop nach Vogel.

Von den beiden Cylinderlinsen hat die eine die Eigenschaft, das Spektrum an den Enden zu verbreitern, die andere verbreitert es in der Mitte — je nachdem man es braucht.

Wir haben ein solches Spektroskop, welches trotz seiner Kleinheit die verschiedenen Typen der Fixsternspektra sehr gut zu unterscheiden gestattet.

Will man mehr Geld für ein Sternspektroskop auslegen, so kaufe man sich das in Fig. 23 dargestellte Vogel'sche Spektroskop (bei

Reinfelder 120 Mark), in dem L und L' achromatische Linsen sind, e die Spaltvorrichtung mit dem Reflexionsprisma p, S die Schraube zur Verschiebung von s, und h ein Loch ist, durch welches das Licht einer Vergleichslichtquelle auf p fällt. Bei B B wird es an den Okularauszug angeschraubt.

7. Helioskope.

Will sich ein Amateur auf direkte Sonnenbeobachtung besonders verlegen, so sollte er sich entweder ein Polarisations-Helioskop oder ein Helioskop-Prisma anschaffen. Ersteres ist in Fig. 24 dargestellt und kostet bei Reinfelder & Hertel 180 Mark. Das Licht fällt der Reihe nach unter dem Polarisationswinkel auf vier Spiegel a a' a'' a''' aus schwarzem Glase. Durch Drehung der Polarisationssebene kann das Sonnenbild bis zum Auslöschen gebracht werden. Die Drehung wird an einer Kreisteilung abgelesen und ist das Instrument dadurch als Photometer zu benutzen. An-

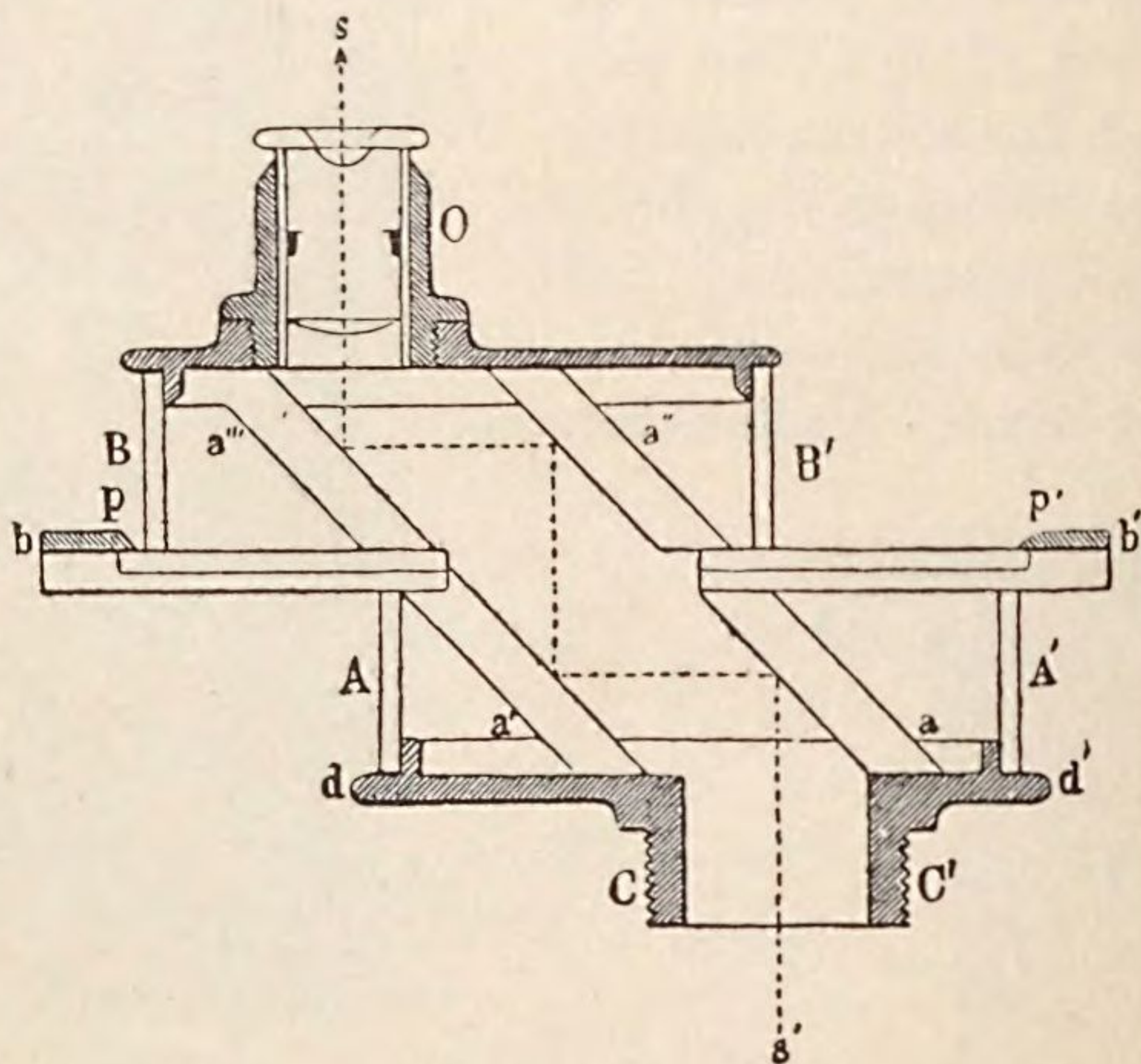


Fig. 24. Polarisations-Helioskop.

geschraubt wird es bei C C' an den Okularauszug. Wie aus der Figur ersichtlich, wird der Lichtstrahl s' viermal gebrochen und reflektiert, ehe er bei s das Auge des Beobachters erreicht. Dreht man daher B B' auf A A' so verstellt sich die Lage der Spiegel, und der Lichtstrahl wird immer mehr abgeschwächt (polarisirt), bis bei einer Drehung von 90 Grad das Licht vollständig verlöscht.

Dieses Instrument hat den Vorteil, dass man die Sonne in ihren natürlichen Farben sieht und doch ihr Licht so weit abblenden kann, als es für das Auge zuträglich ist. Dagegen zerspringen die beiden äusseren Spiegel (a und a') mitunter, weshalb man sich gleich Reservespiegel mitbestelle.

Besser in dieser Beziehung ist das Helioskop-Prisma, auch helioskopisches Okular genannt: ein Prisma von 90 Grad, 60 Grad, 30 Grad

wird in der Nähe des Okulars so in den Lichtkegel eines Fernrohres eingesetzt, dass die Strahlen an der Hypotenusenfläche des Prismas um 90 Grad reflektiert werden, während ein grosser Teil der Licht-, sowie der Wärmestrahlen durch das Prisma abgelenkt und dadurch jede Gefahr für Beschädigung der Augen, sowie für Zerspringen von Sonnengläsern oder Okularlinsen vermieden wird. Ausserdem wird ein Moderationsglaskeil eingeschaltet, welcher das Instrument direkt zu Sonnenbeobachtungen geeignet macht. Ein solches Instrument haben auch wir; man sieht es in Fig. 2 am Sucher angebracht; es kostet bei Reinfelder & Hertel 75 Mark. Der Glaskeil — von grünem Glase — gestattet, die Sonne nach Belieben hell oder dunkel zu beobachten, je nachdem es die Augen vertragen. Ausserdem lässt sich das Instrument auch als Zenithal-Prisma zur bequemeren Beobachtung von Zenithsternen benutzen. Nachdem es sich drehen lässt, kann man in beliebiger Stellung sitzen und durchschauen.

8. Das Dynameter.

Dieses — richtiger Dynamometer, d. h. Kraftmesser genannte — Instrument (das bei Reinfelder & Hertel 36 Mark kostet) braucht eigentlich nur von jenen Amateuren angeschafft zu werden, welche viele Okulare haben, und denen es darum zu tun ist, deren genaue Vergrösserung kennen zu lernen. Denn die Theorie steht auch hier mit der Praxis nicht immer im Einklange. Nach der Theorie z. B. findet man die Vergrösserung eines Okulars, indem man die Brennweite des Objektivs in Zollen durch die (ebenfalls in Zollen ausgedrückte) Äquivalent-Brennweite des Okulars dividirt. Hat also z. B. ein Fernrohr eine Brennweite von 100", so sollte ein Okular von $1\frac{1}{2}$ " Brennweite 200fache, eins von $1\frac{1}{5}$ " Brennweite 500fache, eins von $2\frac{1}{2}$ " Brennweite 40fache Vergrösserung geben. Dass dies in der Praxis nicht immer so ist, dafür geben meine Dynameter-Messungen von etwa 50 Okularen den Beweis. Ich fand z. B. einmal

statt der theoretischen 525 praktische 480,

» » » 630 » 560,

» » » 735 » 672, u. s. f.

Das erwähnte Dynameter (siehe Fig. 25) besteht aus zwei ineinander steckenden Röhren. Die innere trägt unten ein Planglas, in welches eine feine, dem freien Auge fast unsichtbare Skala geritzt (oder darauf photographirt) ist. Will man die Vergrösserung eines Okulars messen, so stelle man letzteres erst auf den Brennpunkt ein, d. h. so, dass es scharf zeigt, und lege dann das Dynameter mit der Skala auf den Deckel des Okulars. Wenn man nun auf der anderen Seite hineinsieht, wird man einen runden Lichtkreis und die Skala sehen. Es handelt sich jetzt darum, die beiden Röhren des Dynameters so lange gegeneinander und gegen den Okulardeckel zu

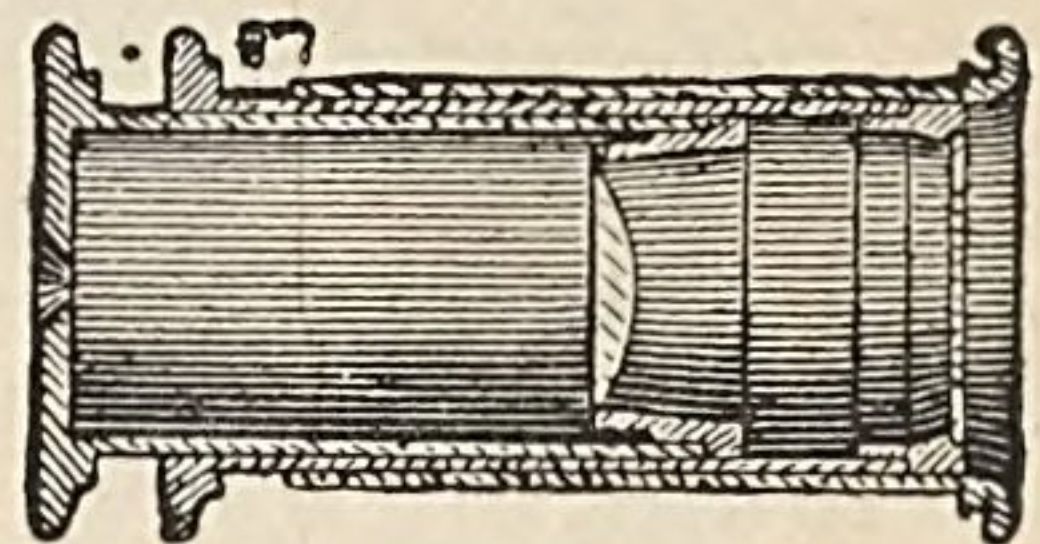


Fig. 25. Dynameter.

verschieben, bis sowohl die Skala scharf und deutlich erscheint, als auch der Lichtkreis. (Letzterer muss eine Scheibe mit **vollkommen scharfen** Rändern darstellen.) Man liest nun ab, wie viele Teilstriche der Skala von dem Lichtkreise eingenommen werden, wobei auch die Bruchteile dieser Teilstriche auf Zehntel geschätzt werden müssen. Dann multipliziert man den in Millimetern ausgedrückten Durchmesser des Objektivs mit 10 und dividirt das Resultat durch die Anzahl Teilstriche, welche man früher gefunden hatte.

Unser Objektiv z. B. hat 178 Millimeter Durchmesser. Die Messung des $\frac{1}{8}$ " Huygens-Okular zeigte den Durchmesser des Lichtkreises mit 2,15, jene des $\frac{1}{8}$ " Mikroskop-Okulars mit 2,25 Teilstrichen; folglich beträgt die Vergrößerung des ersteren $1780 : 2,15 = 828$, jene des zweiten Okulars $1780 : 2,25 = 791$, also in runden Zahlen 830 fach, bzw. 790 fach.

9. Die Mikrometer.

Jeder Amateur, dem es darum zu tun ist, wissenschaftliche Beobachtungen zu machen, und der über ein Fernrohr von mindestens 5" verfügt, sollte sich auch ein Mikrometer anschaffen, und zwar womöglich ein Faden-Mikrometer. Die Ring-Mikrometer (Fig. 26) sind allerdings weit billiger — die Anbringung des Stahlringes auf Planglas im Inneren eines Okulars kostet nur 20 — 30 Mark — aber ihre Verwendung ist doch nur eine beschränkte und verursacht immer Rechnereien. Für horizontal montirte und nicht fix aufgestellte Instru-

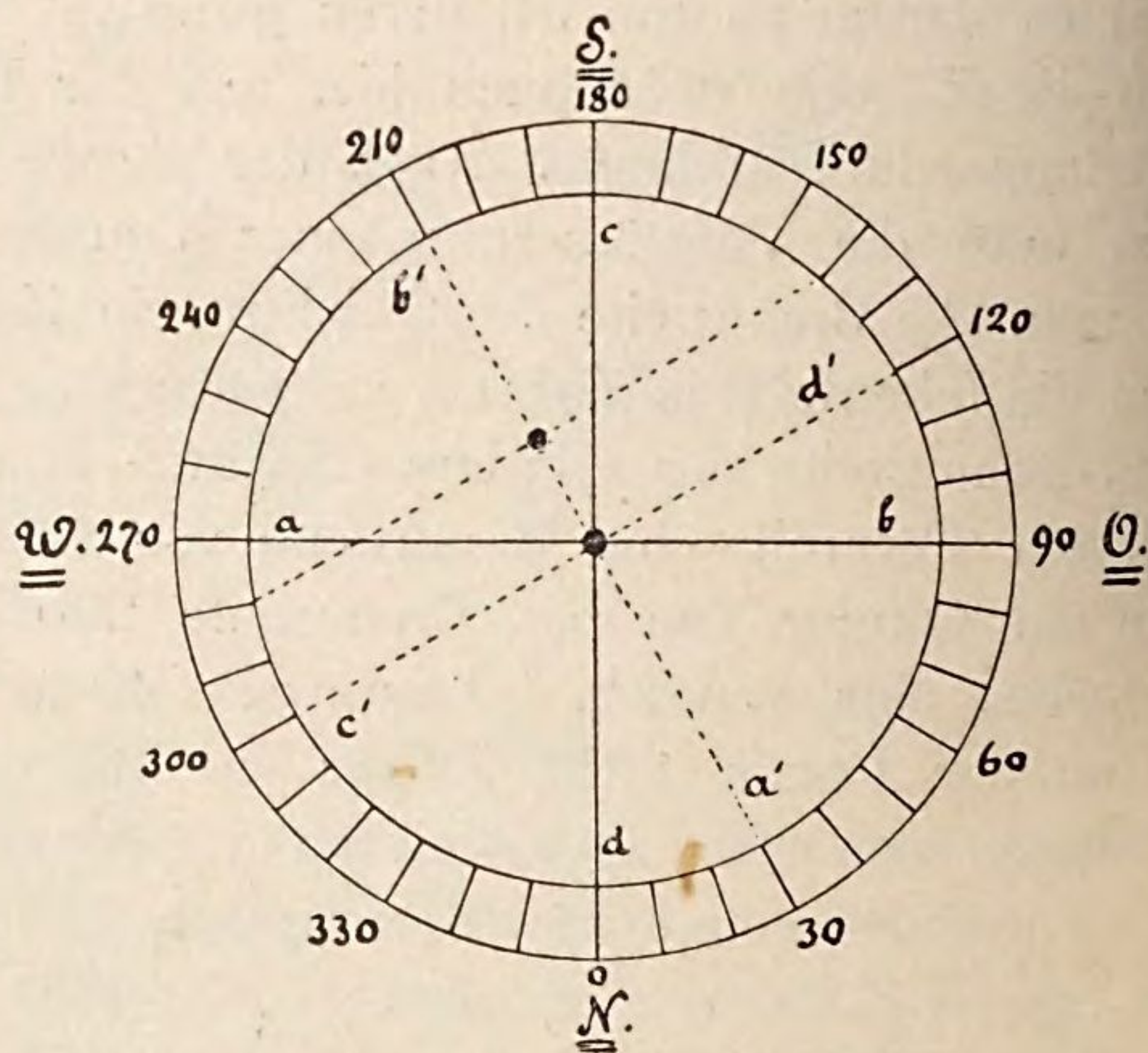
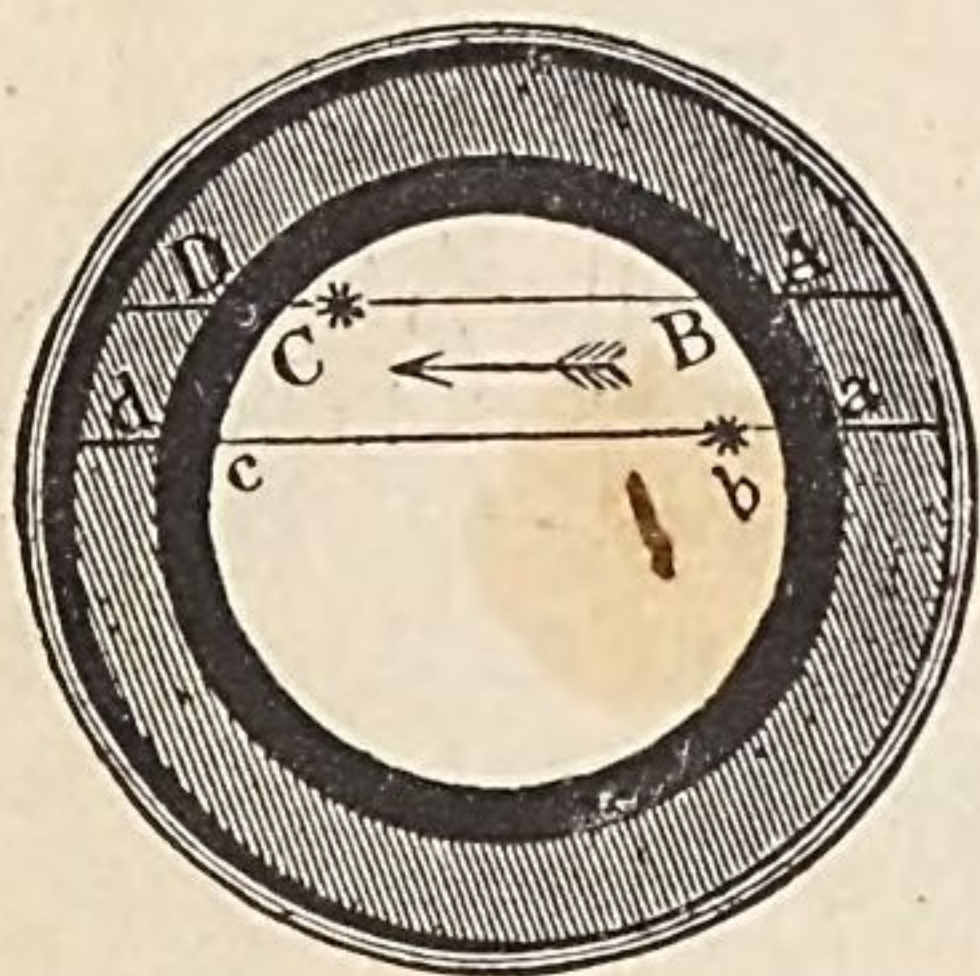


Fig. 26. Ring-Mikrometer. Fig. 27. Positionswinkel und Messung eines Doppelsternes.

mente ist allerdings das Ring-Mikrometer das einzig brauchbare.

Es besteht aus einem fein und genau geschliffenen und in ein Planglas eingesetzten Stahlringe. Wie man mit ihm beobachtet, siehe zweiten Teil, 8 a.

Will man nur Positionswinkel bestimmen, so genügt auch ein Positionswinkel-Mikrometer, welches aus einem festen getheilten Kreise besteht, um dessen Mittelpunkt sich eine Platte verschieben lässt, auf welcher sich ein Fadenkreuz befindet. Wenn man einen Stern so durch das Gesichtsfeld laufen lässt, dass er stets auf dem einen (Deklinations-)Faden (a b in Fig. 27)

bleibt, so muss der Kreis so stehen, dass die Ablesung 90 Grad ergibt. (Wenn nicht, muss die Differenz stets als Korrektion angebracht werden.) Will man nun den Positionswinkel eines Sternes finden, so dreht man, nachdem man den Hauptstern in den Mittelpunkt des Fadenkreuzes gebracht, die Platte derart, dass der Faden a b beide Sterne halbirt (siehe a' b' in Fig. 27). Man liest nun den Kreis ab und hat den Positionswinkel gefunden (in Fig. 27 würde derselbe 210 Grad betragen). Die Einteilung des

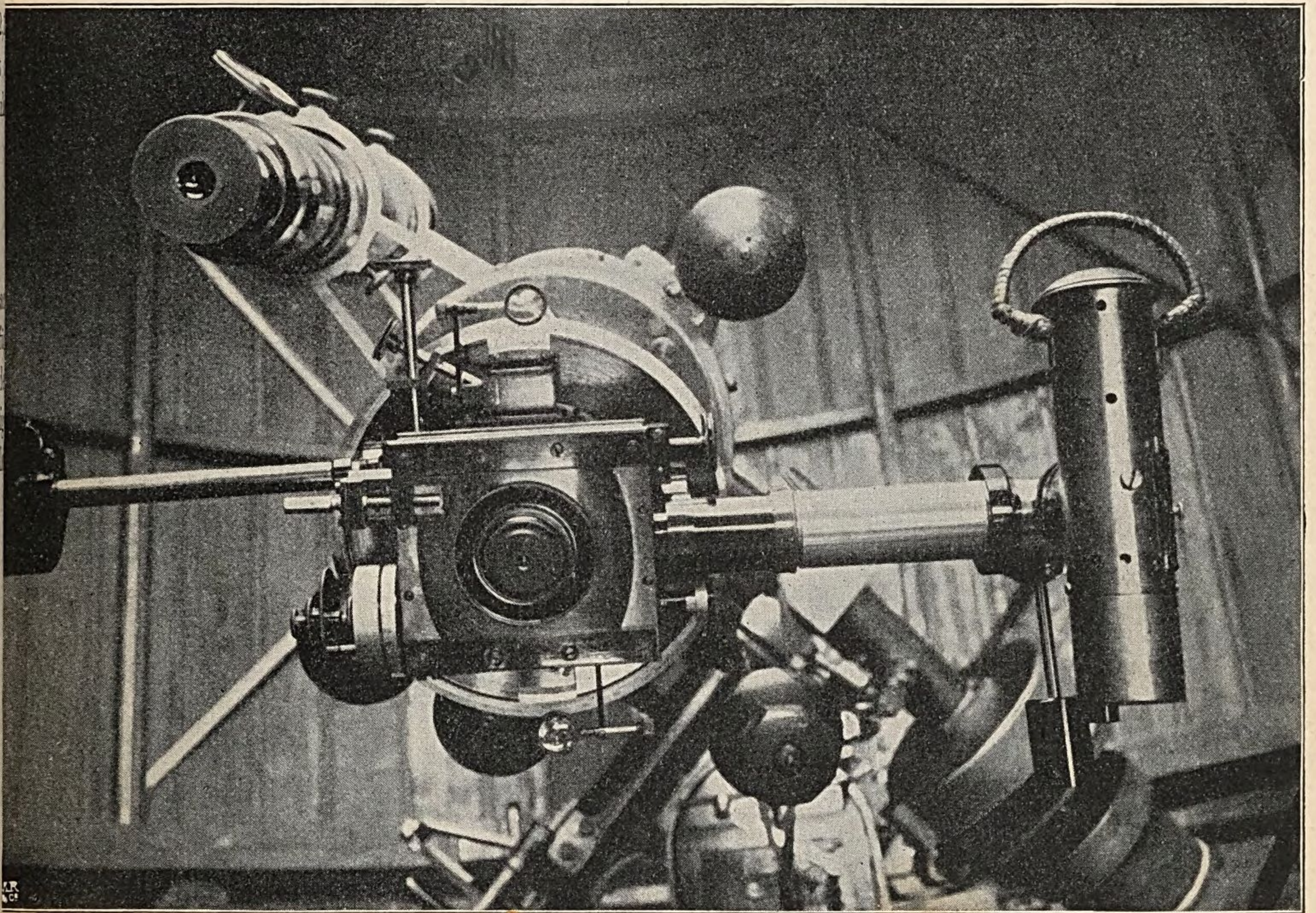


Fig. 28. Mikrometer der Manora-Sternwarte.

Kreises und die Zählung erfolgt stets so, wie Fig. 27 zeigt: also 0 Grad im Norden (unten), 90 Grad im Osten (rechts), 180 Grad im Süden (oben) und 270 Grad im Westen (links).

Positions-Mikrometer werden jedoch fast ausschliesslich nur in Verbindung mit den Fadenmikrometern verfertigt.

Letztere sind allerdings recht kostspielig. Nach Heyde's Preisliste kostet eines zu einem 5-Zöller 1700 Mark, zu einem 6-Zöller 2200 Mark, zu einem 7-Zöller 2400 Mark, zu einem $12\frac{4}{5}$ -Zöller 4000 Mark. Die Form ist im allgemeinen jener unseres Mikrometers (Fig. 28 und 65) gleich und im Prinzip jener der Fig. 29, weshalb die Erklärung der letzteren auch

zur Auffassung der Heyde'schen genügt. (Man vergleiche übrigens auch Fig. 65, deren Buchstaben jenen in Fig. 29 entsprechen.)

Die Mikrometerschraube *v* trägt eine in 100 Teilstriche geteilte Trommel *T*, deren Ablesung an einem Indexstriche erfolgt. Eine zweite Trommel *T'* (bei uns praktischer auf der anderen Seite des Indexstriches angebracht) enthält weitere Teilungen (bei uns 42). So oft die Trommel *T* eine ganze

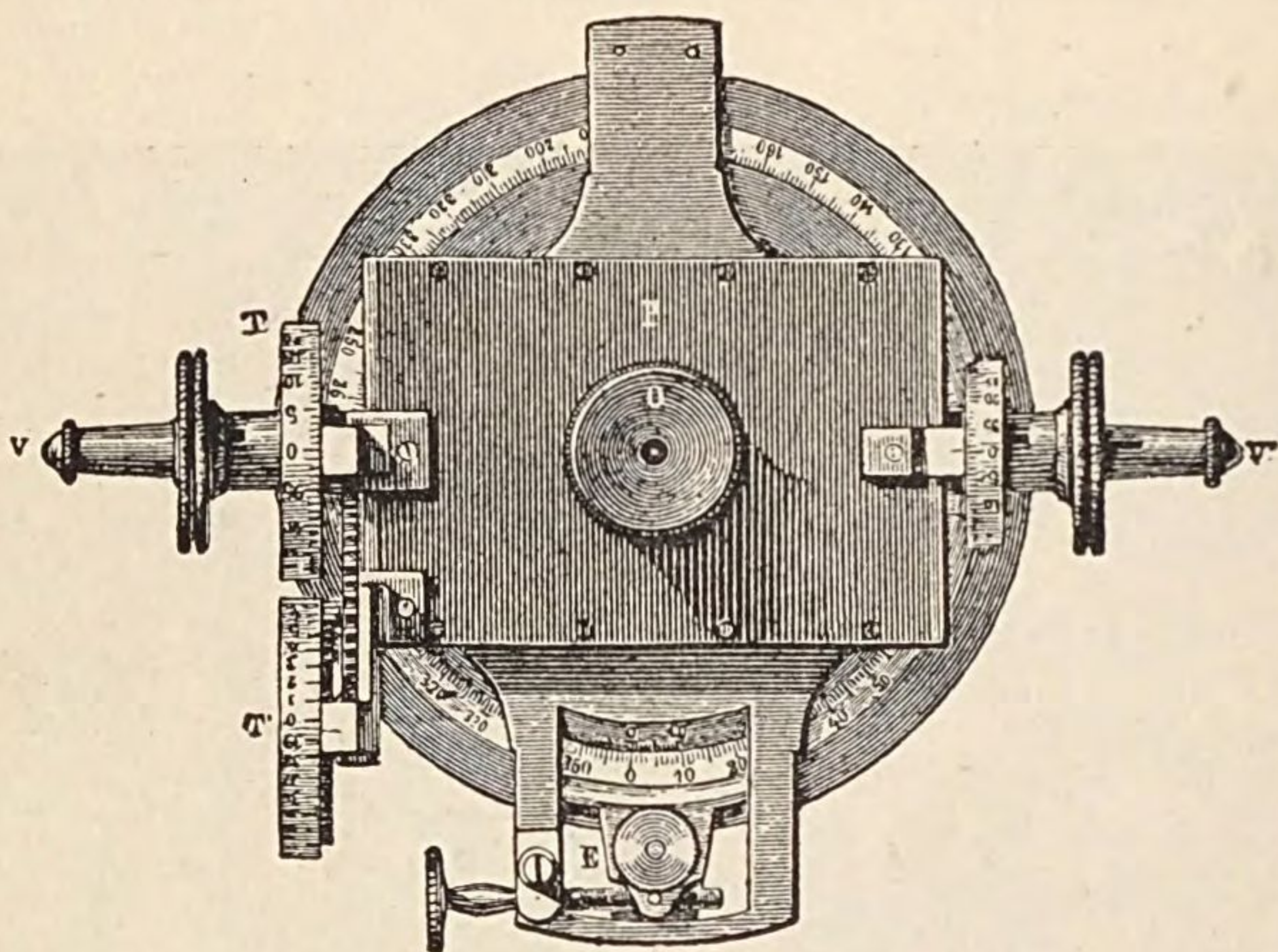


Fig. 29. Mikrometer nach Secretan.

Umdrehung gemacht hat, ist die Trommel *T'* erst um einen Teilstrich weiter gerückt. *v'* ist eine Gegenschraube ebenfalls mit Trommel, welche teils zur Kontrolle von *v* dient, teils auch dazu, den beweglichen Faden so zu reguliren, dass er mit dem festen Faden genau dann koinzidiert, wenn die Trommel *T* auf 0 zeigt, wodurch man Anbringung einer Korrektur oder Umrechnen erspart.

E ist eine Klemmschraube, welche den um seine Axe drehbaren Mikrometerkasten *F* in der gewünschten Stellung festklemmt, damit man den Positionswinkel vom Kreise ablesen kann. *O* ist das Okular. Unser Mikrometer (Fig. 28 und 65) hat ausserdem noch eine Schraube *N* (Fig. 65) zur Feinbewegung des Kastens (in Fig. 28 nebst der Klemmschraube *E* beim Sucher sichtbar), eine Schraube *U* (Fig. 65) zum Verschieben der festen Fäden gegen die beweglichen (Fig. 28 rechts oben), eine andere Schraube zur Führung des Okularschlittens über verschiedene Teile des Gesichtsfeldes (Fig. 28, links oben), zwei verstellbare Lupen (*K K'* in Fig. 65) zur Ablesung der Verniers (*D*, Fig. 65), vier Schrauben zur Regulirung des Kreises behufs Vermeidung der Anbringung von Korrekturen bei der Kreisablesung, eine Skala (*S*, Fig. 65) zur Ablesung der Verschiebung des Kastens, drei Schrauben zur schnelleren und langsameren Drehung der Mikrometerschraube (in Fig. 65 nur eine sichtbare nebst Stift *v*, an dessen Stelle ich später die beiden weiteren Schrauben anbringen liess) und einen Beleuchtungs-Apparat (zur Fädenbeleuchtung). Derselbe wird (in Fig. 65) bei *z*

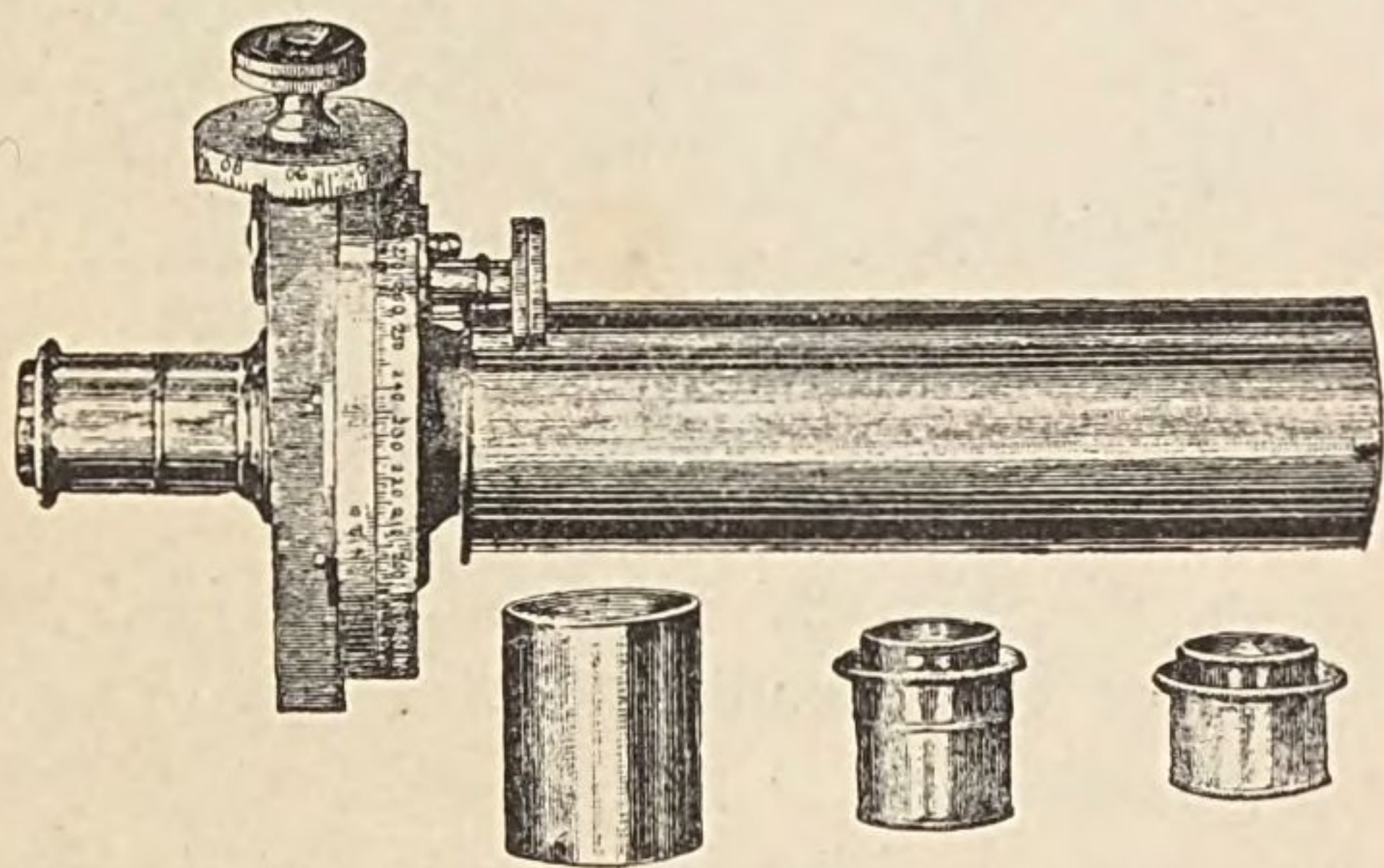


Fig. 30. Mikrometer englischer Form.

angeschraubt und durch ein bei H anzuschraubendes Gegengewicht ausbalancirt.

Über die Beobachtung mit Fadenmikrometern siehe zweiten Teil, 8b.

Billiger sind die Fadenmikrometer englischer Form, welche man in Fig. 30 sieht, und die bei Cook in York 300—400 Mark kosten. Diese Form ist aber nicht praktisch, und von einer Genauigkeit der Messungen kann keine Rede sein.

10. Zeitbestimmungsinstrumente.

Für den Astronomen ist die genaue Kenntnis der Zeit etwas Unerlässliches; aber auch der Amateur, sofern es ihm daran liegt, ernste Beobachtungen zu machen, muss die Zeit mit grösserer oder geringerer Genauigkeit kennen.

Wo es sich nur darum handelt auf $\pm 10^s$ die Zeit zu kennen, genügt ein Chronometer, namentlich wenn man dessen Gang kennt oder in der Lage ist, es häufig zu reguliren, bezw. zu vergleichen. Gute Taschen-Chronometer sind teuer; wer daher nicht viel Geld auslegen will, beschaffe sich einen der gewöhnlichen Schiffs-Chronometer, wie sie in Hafenplätzen meist zu 100—130 Mark erhältlich sind. (Ausgezeichnete allerdings können auch 1000 Mark kosten!)

Besser als die Chronometer sind Pendeluhr, die aber, wenn sie gute Compensation besitzen, auch nicht billig sind. Riefler'sche z. B., wie die unsrige (Fig. 31), kosten 1000 Mark, solche zweiter Güte die Hälfte. Unter der Hand kann man natürlich oft sehr billig kaufen.

Eine Pendeluhr muss an einem trockenen, staubfreien, gegen Temperaturwechsel und Erschütterungen möglichst geschützten Orte aufgestellt werden, wenn sie gut gehen soll. (Die unsrige z. B. ist in einem eigenen Gelasse des Erdgeschosses untergebracht, wo die Temperatur nie mehr als 24 und nie weniger als 7,5 Grad Celsius beträgt.) Heizen des Raumes ist daher ausgeschlossen.

Das Chronometer hat man am besten im Beobachtungsraume, wo es wegen seiner

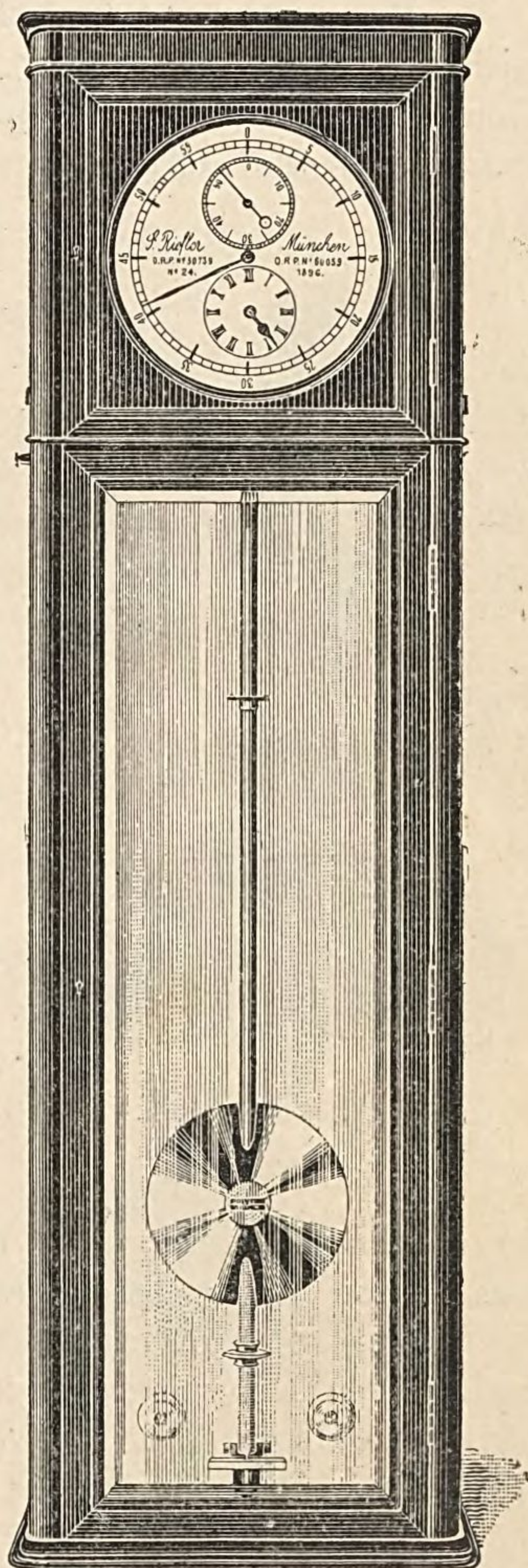


Fig. 31.
Pendeluhr der Manora-Sternwarte.

lauten Halbsekundenschläge bei vielen Beobachtungen unentbehrlich ist. Natürlich muss es nach jeder Beobachtung mit der Hauptuhr (Normaluhr) verglichen werden.

Wer an einem Orte wohnt, wo seitens einer Sternwarte oder des Telegraphenamtes (Postamts, Bahnhofs) genaue Mittagszeiten gegeben werden, kann auch mit einer mittelmässigen Uhr auskommen, wenn er sie damit jeden Mittag korrigirt oder vergleicht. Wer aber diesen Vorteil nicht hat, der muss sich um ein eigenes Zeitbestimmungs-Instrument umsehen.

Unter diesen das billigste ist das Chronodeik (Fig. 32), welches nach Palisa's Verbesserung von Ressel in Wien für 40 fl. = 70 Mark angefertigt wird,

Das Instrument besteht der Hauptsache nach aus einem nach abwärts visirenden Fernrohre, unter dem ein mittelst einer Schraube verstellbarer Spiegel angebracht ist. Die Beobachtung geschieht auf folgende Weise: Das Instrument wird mit Hilfe der Libellen horizontal gestellt und der Spalt gegen die Sonne gedreht, bis die auf den Spiegel fallenden Sonnenstrahlen vom Spiegel in das Fernrohr reflektirt werden. Im Brennpunkte des Fernrohres sind drei horizontale und ein vertikaler Faden gespannt; die Sonne bewegt sich im Fernrohre von rechts nach links und ausserdem vormittags von unten nach oben und nachmittags von oben nach unten.

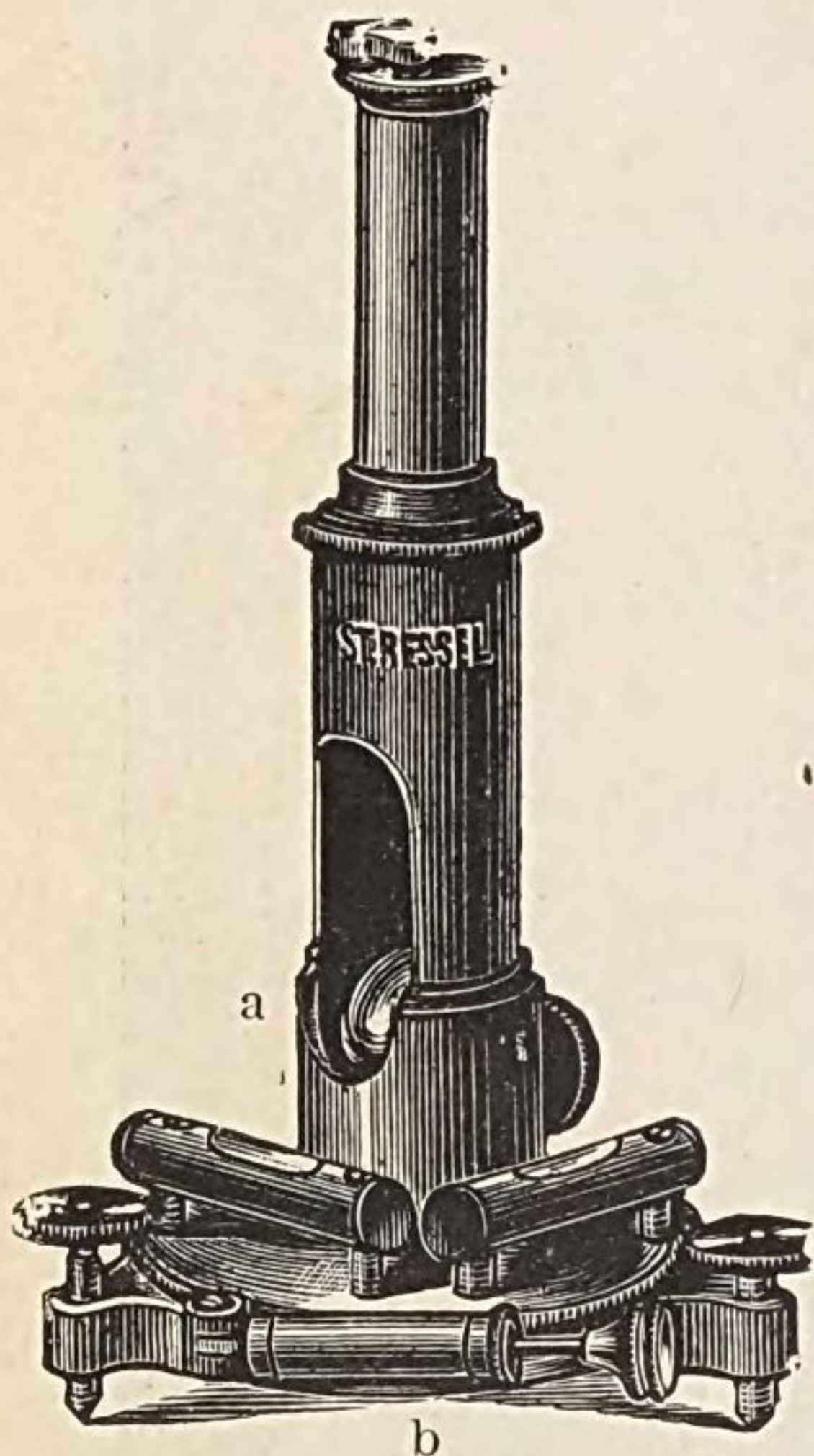


Fig. 32. Chronodeik.

Der Beobachter hat die Zeit zu notiren, wann die einzelnen Sonnenränder die horizontalen Fäden passiren. Sobald der erste Sonnenrand den ersten Faden passirt hat, darf der Spiegel nicht mehr gestellt werden. Sind die Beobachtungen vormittags erfolgt, so muss eine gleich Reihe nachmittags gemacht werden, ohne dass an dem Spiegel gerückt worden ist.

Man hat jetzt mehrere Zeitmomente vor- und nachmittags beobachtet, zu denen die Sonne auf gleicher Höhe sich befunden hat. Die Mitte dieser Zeiten ist die Zeit des wahren Mittags, welcher jedoch wegen der Bewegung der Sonne in Deklination noch einer Korrektion bedarf, die den Tafeln 18 bis 22 des vierten Theiles entnommen wird.

Der so korrigirte Mittag wird durch Anbringung der Zeitgleichung, welche den Ephemeriden oder auch einem Kalender zu entnehmen ist, in mittlere Sonnenzeit verwandelt. (Siehe Anleitungen 7 und 14 im dritten Teil.) Die Differenz ist der gesuchte Uhrstand.

Es lässt sich auch eine Nachmittags- mit einer darauffolgenden Vormittagsbeobachtung kombiniren. Während der früher gefundene Uhrstand für Mittag gilt, gilt dieser für Mitternacht.

Beispiel: Am 9. Mai 1888 wurde folgende Beobachtung gemacht:

Vormittag:				Nachmittag:				Summe:			Halbe Summe:					
		h	m	s			h	m	s	h	m	s				
1. Faden	1. Rand	{	9	31	16	3. Faden	{	14	21	16	23	52	32	11	56	16
2. Faden				34	15	2. Faden			18	19		52	34		56	17
3. Faden				37	8	1. Faden			15	29		52	37		56	18,5
1. Faden	2. Rand	{		35	11	3. Faden	{		17	21	52	32		56	16	
2. Faden				38	6	2. Faden			14	24		52	30		56	15
3. Faden				41	3	1. Faden			11	26		52	29		56	14,5
Mittel 11 h 56 m 16 ^s 2																

Mittel 11^h 56^m 16^s2 oder unkorrigirter Mittag
Mittagskorrektion — 9^s2

11^h 56^m 7^s0 korrigirter wahrer Mittag
11^h 56^m 15^s6 Uhr im wahren Mittag

+ 8^s6 Korrektion der Uhr
+ 11^s3 Angabe der Sternwarte
— 2^s7 Fehler der Beobachtung.

Die einzige Erfahrung, die ich mit diesen Instrumenten gemacht habe, beruht auf einem Riesen-Chronodeik, das auf 300 Mark gekommen wäre, aber nicht, wie vereinbart, die Zeit auf $\pm 0^s,5$ sondern nur auf $\pm 3^s$ angab und deshalb zurückgewiesen wurde. Nach Behauptung des Dr. Palisa leisteten die kleinen Instrumente zu 70 Mark gerade so viel. Wem es also genügt, die Zeit auf $\pm 3^s$ zu kennen, mag sich immerhin ein Chronodeik anschaffen.

Besser soll allerdings ein Diplei-
doskop (Fig. 33) von Mailhat in Paris
sein, welches angeblich die Zeit auf $\pm 1^s$ (?)
zu bestimmen gestattet. Es handelt sich
hier darum, drei Kontakte zu notiren:
1. wenn sich die beiden Sonnenbilder be-
rühren; 2. wenn sie sich decken; 3. wenn
sie sich abermals berühren; und dann das
Mittel davon zu nehmen. Wenn man
nämlich etwa zehn Minuten vor dem wahren
Mittag in das Instrument sieht, bemerkt
man zwei Sonnenbilder, die sich von
entgegengesetzten Seiten einander
nähern, dann berühren, hierauf decken,
dann wieder berühren und sich schliesslich
trennen. Um aber dieses Instrument richtig
einstellen zu können, muss man bei der
ersten Beobachtung die richtige Zeit
kennen. Dann gipst man das Instrument
ein, so dass es nicht mehr verschoben
werden kann. (Allerdings wird das Ein-

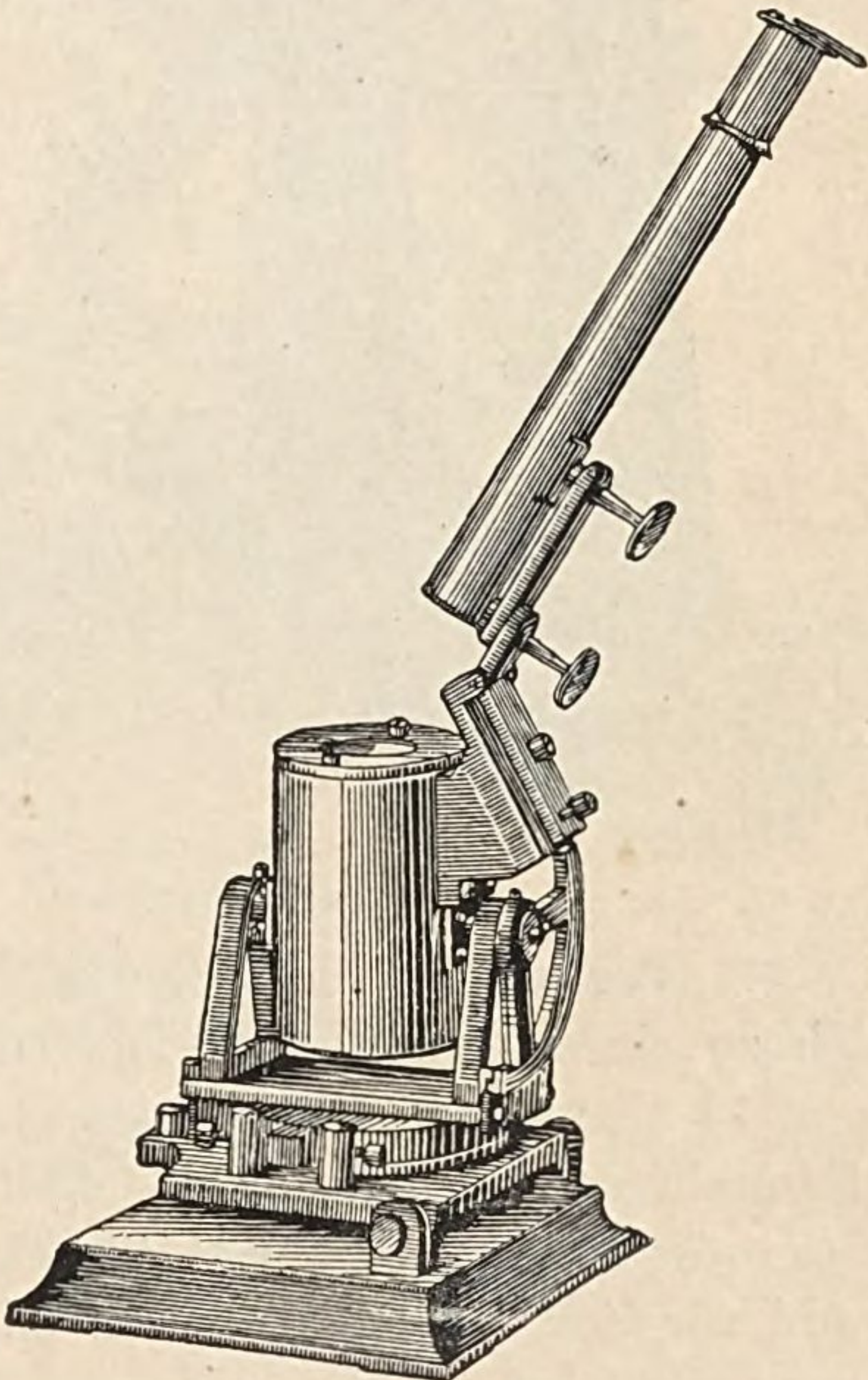


Fig. 33. Dipleidoskop.

gipsen Veränderungen nicht hindern können, wie sie schon durch Temperatureinflüsse unvermeidlich sind.)

Am sichersten bleibt deshalb immer die Zeitbestimmung durch ein Passagen-Instrument.

Das billigste dieser Art ist jenes von Gustav Heyde in Dresden, welches in Fig. 34 dargestellt ist, nur 120 Mark kostet und einem Chronodeik weit mehr überlegen ist, als der geringe Preisunterschied vermuten lassen sollte. Nach einer Mitteilung des Prof. Förster soll es die Zeit auf 1^s genau geben. (Näheres darüber siehe 9 im zweiten Teile.)

Grösser ist ein anderes Passagen-Instrument von Heyde mit geradem Fernrohre von 36 Millimetern Öffnung und 27 Centimetern Brennweite, dessen Preis aber 360 Mark beträgt. Seine Lagerweite ist 18 Centimeter, seine Vergrößerung 30 mal. Es hat kein Mikrometer, aber Okularschlitten. Fig. 35 stellt ein solches dar, das uns Heyde eben zum Erproben geschickt hat.

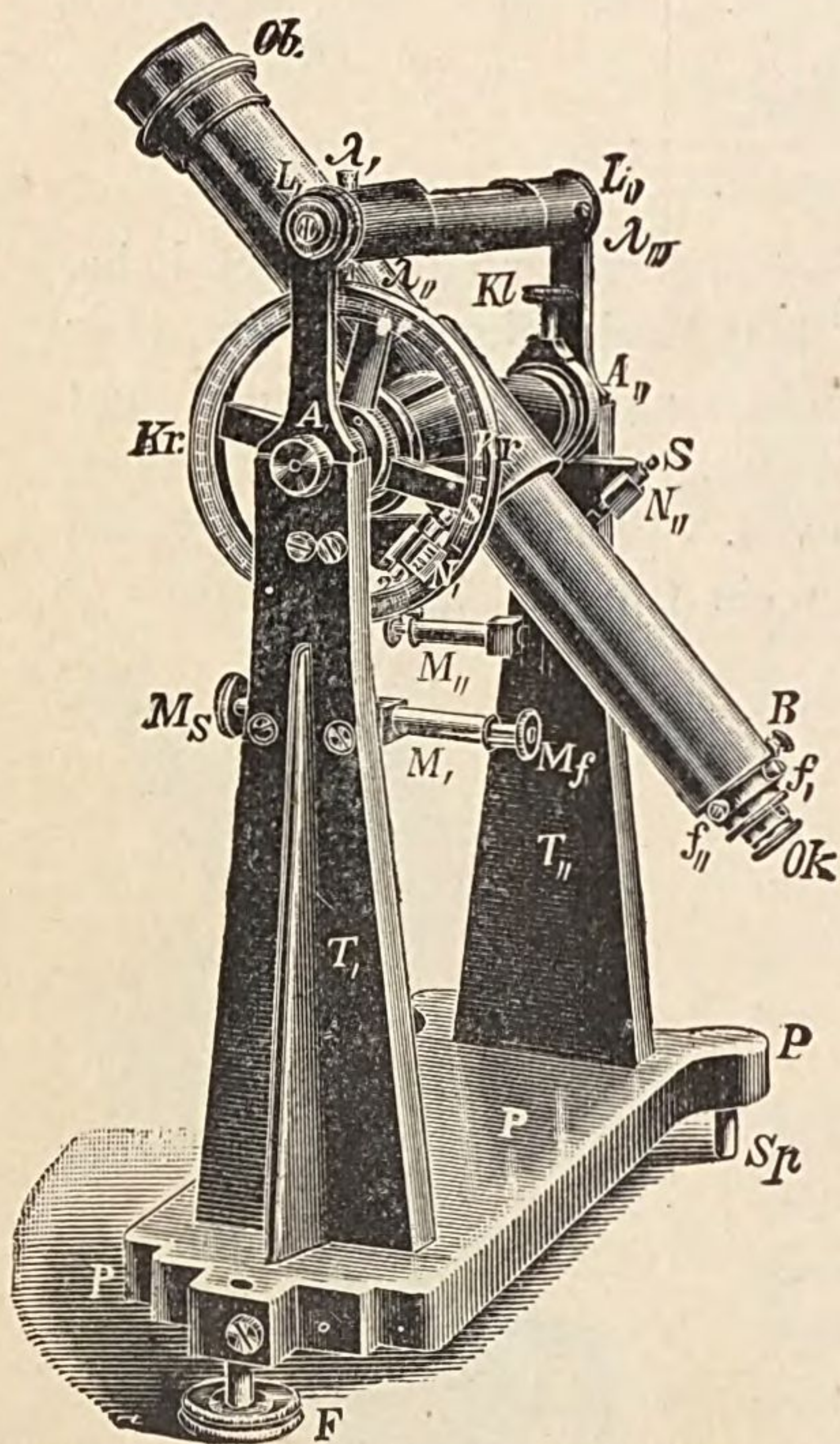


Fig. 34. Kleinstes Passagen-Instrument.

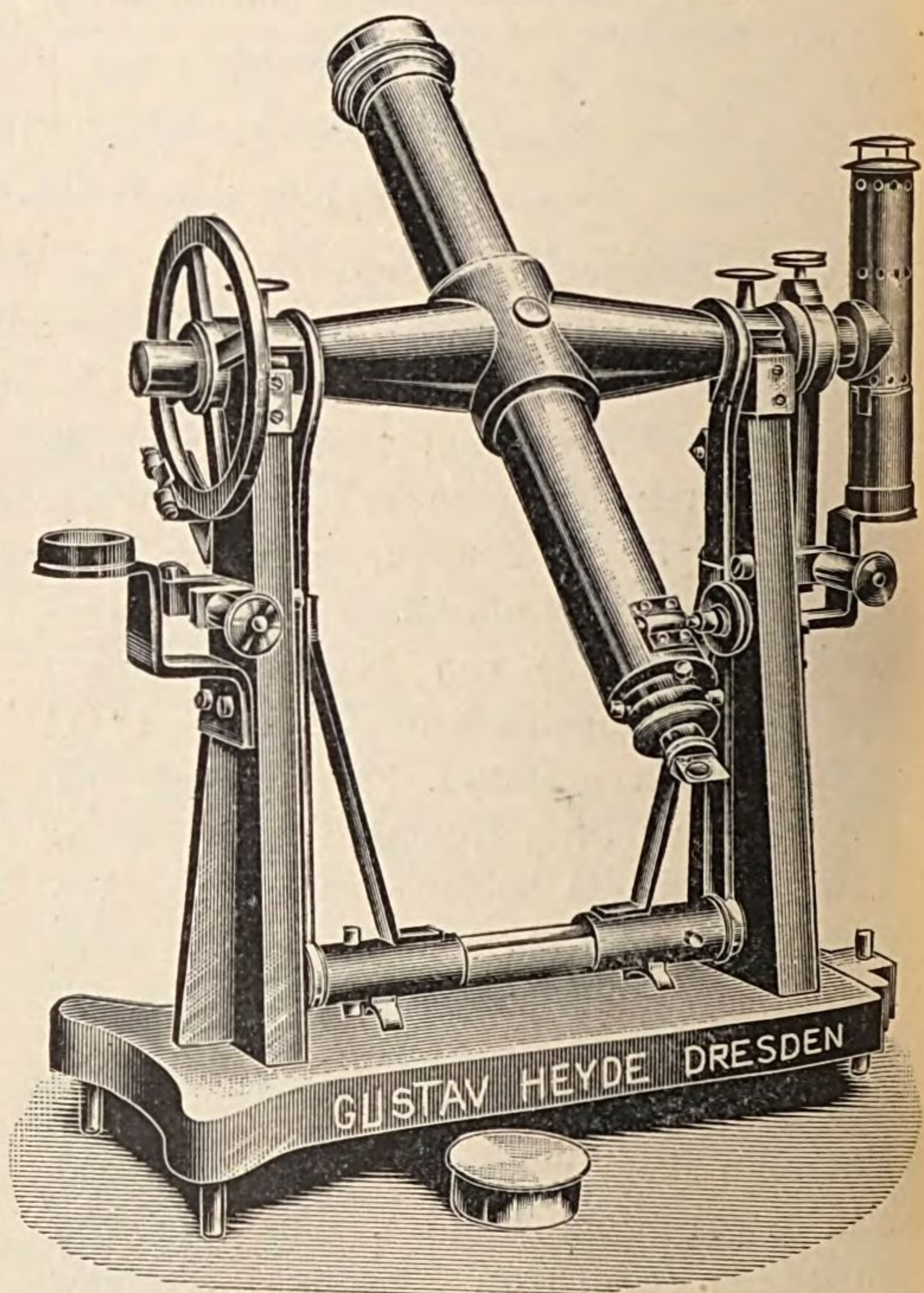


Fig. 35. Transportables Passagen-Instrument.

Wer aber in der Lage ist, mehr Geld darauf zu verwenden, dem rate ich zu einem Universal-Instrumente von Heyde (Fig. 36), das Kreise von 14 Centimetern Durchmesser (die durch Mikroskope 2^s5 ablesen lassen), Fernrohr von 28 Millimetern Öffnung, 25 Centimetern Brennweite und 30facher Vergrößerung hat und 1100 Mark kostet. Das Fernrohr ist excentrisch und für Zenith-Beobachtungen mit einem Okularprisma versehen. Die Umliegung erfolgt aus freier Hand. Heyde giebt darüber folgende Beschreibung:

Die Instrumente stehen auf starkem Dreifusse mit Horizontal-Stellschrauben, der zum Schutze des Horizontalkreises einen napfartigen Ring trägt und zum bequemeren Anfassen dient. Der Dreifuss ist mit ausziehbarer Centrirs Spitze versehen für genaue Aufstellung über einen festen Punkt. Die vertikale Axe ist aus hartem Stahle gefertigt; die aus demselben Materiale gefertigte Büchse trägt an ihrem oberen Ende eine mit kleinem Teilkreise versehene Entlastungsschraube. Horizontal- und Vertikalkreis sind verdrehbar von gleichem Durchmesser und Teilwerte. Die Theilungen werden durch je zwei Mikrometer-Mikroskope abgelesen. Die einzelnen Gradstriche der Theilung sind mit fortlaufender Bezifferung versehen und in den Mikroskopen direkt sichtbar. Die Mikroskope der Höhenkreise bewegen sich centrisch um die Fernrohraxe und werden nach einer auf den Haltern sitzenden, gegen jähen Temperaturwechsel geschützten Libelle eingestellt. Die Zapfen der Fernrohraxe sind glashart. Die Mikrometer der Mikroskope sind vollkommenster Konstruktion und Ausführung. Das centrisch gebrochene Fernrohr kann mit einem kleinen Sucher

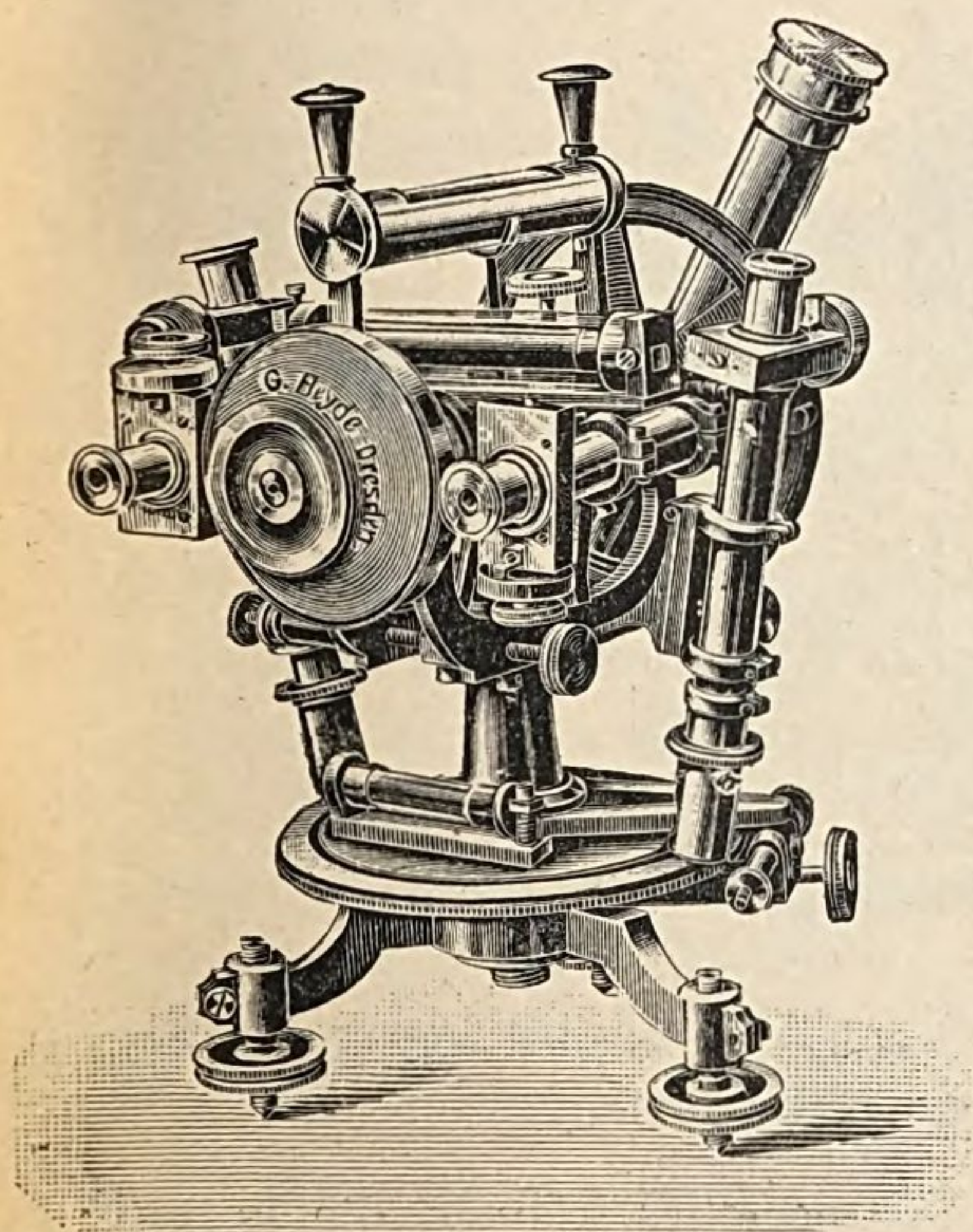


Fig. 36. Universal-Instrument.

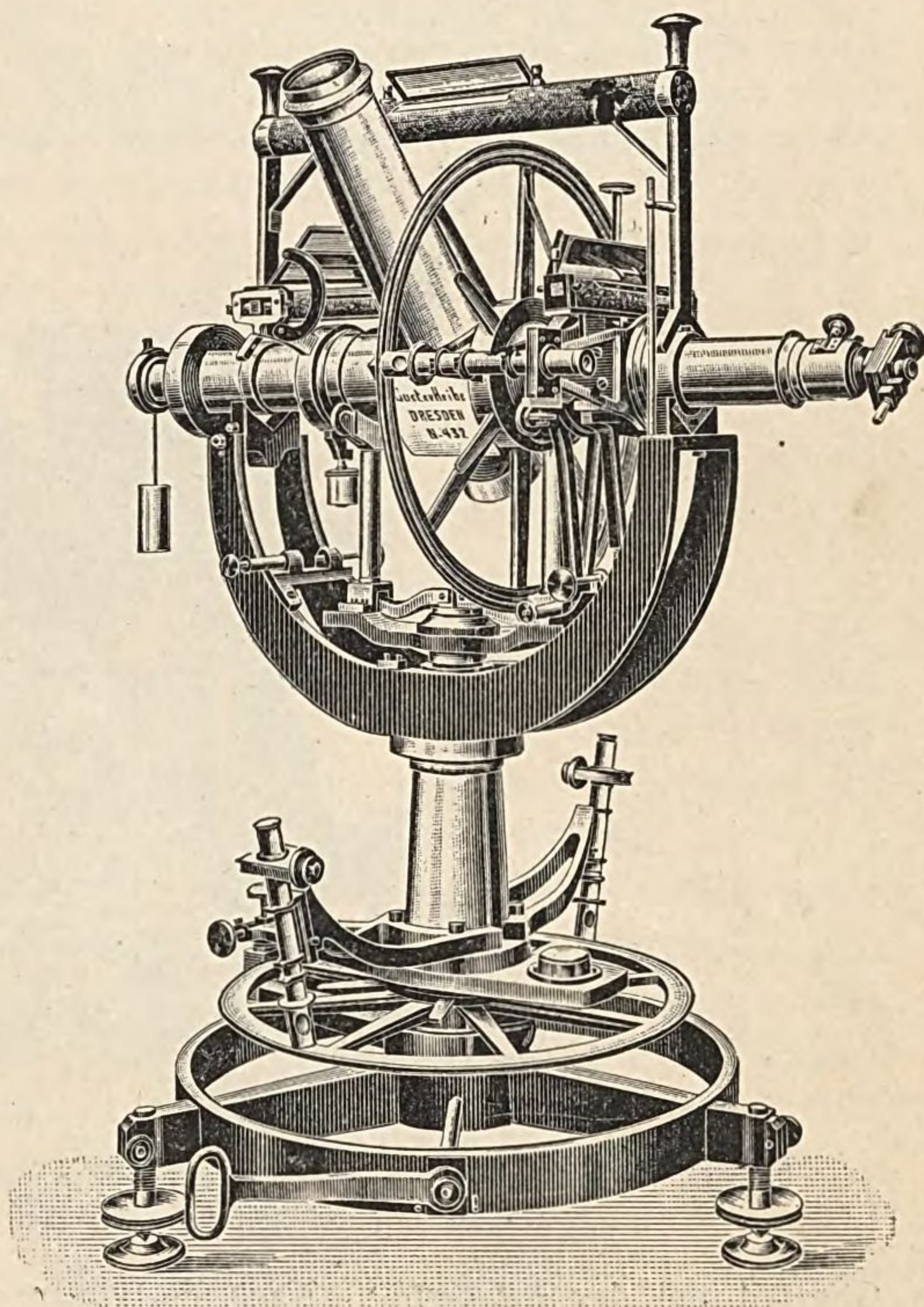


Fig. 37. Universal-Durchgangs-Instrument.

versehen werden. Die Fernrohre sind zur Aufnahme eines zum Verdrehen eingerichteten Okular-Mikrometers eingerichtet. Die Feldbeleuchtung geschieht durch die Fernrohraxe.

Die auf dem Mikroskop-Halter befindliche Libelle, sowie die Aufsatz-Libelle sind mit Luftkammern zur Regulirung der Blasenlängen versehen. Tuch- und Glashülle zum Schutze gegen schnellen Temperaturwechsel. Glashülle mit korrespondirender Theilung. Ablesespiegel hierzu. Klemmung und Feinstellung central ohne Berührung der Kreise.

Das in Fig. 37 dargestellte Universal-Durchgangs-Instrument ist Heyde's neueste Konstruktion, kostet aber 4750 Mark. Es hat Fernrohr von 60 Millimetern Öffnung und 73 Centimetern Brennweite mit 60- und 85facher Vergrößerung, und Kreise von 40 Centimetern Durchmesser.

Billiger (1500, bzw. 1700 Mark, wenn Horrebow-Talcott'sches Niveau mit zwei eine Sekunde angehenden Libellen dazu gewünscht werden) ist ein Heyde'sches Transportables Durchgangs-Instrument (Fig. 37), mit 61 Millimeter Fernrohr. Dasselbe kostet nur 900 Mark in einfachster Konstruktion mit Fernrohr von 48 Millimetern Öffnung, 54 Centimetern Brennweite und Vergrößerungen von 36 und 54 mal. Die Lagerweite ist 30 Centimeter; die Libelle giebt eine Sekunde an.

Darüber giebt Heyde folgende Beschreibung:

Kräftiger eiserner Unterbau mit runder Fussplatte, der in einem zweiten Unterbaue durch einen Centralzapfen seine sichere Führung hat. Derselbe kann in jeder Lage nach einer Teilung bis auf Bruchteile einer Minute eingestellt und festgeklemmt werden. Auslösbare, im Unterbaue bewegliche Rollen unterstützen den

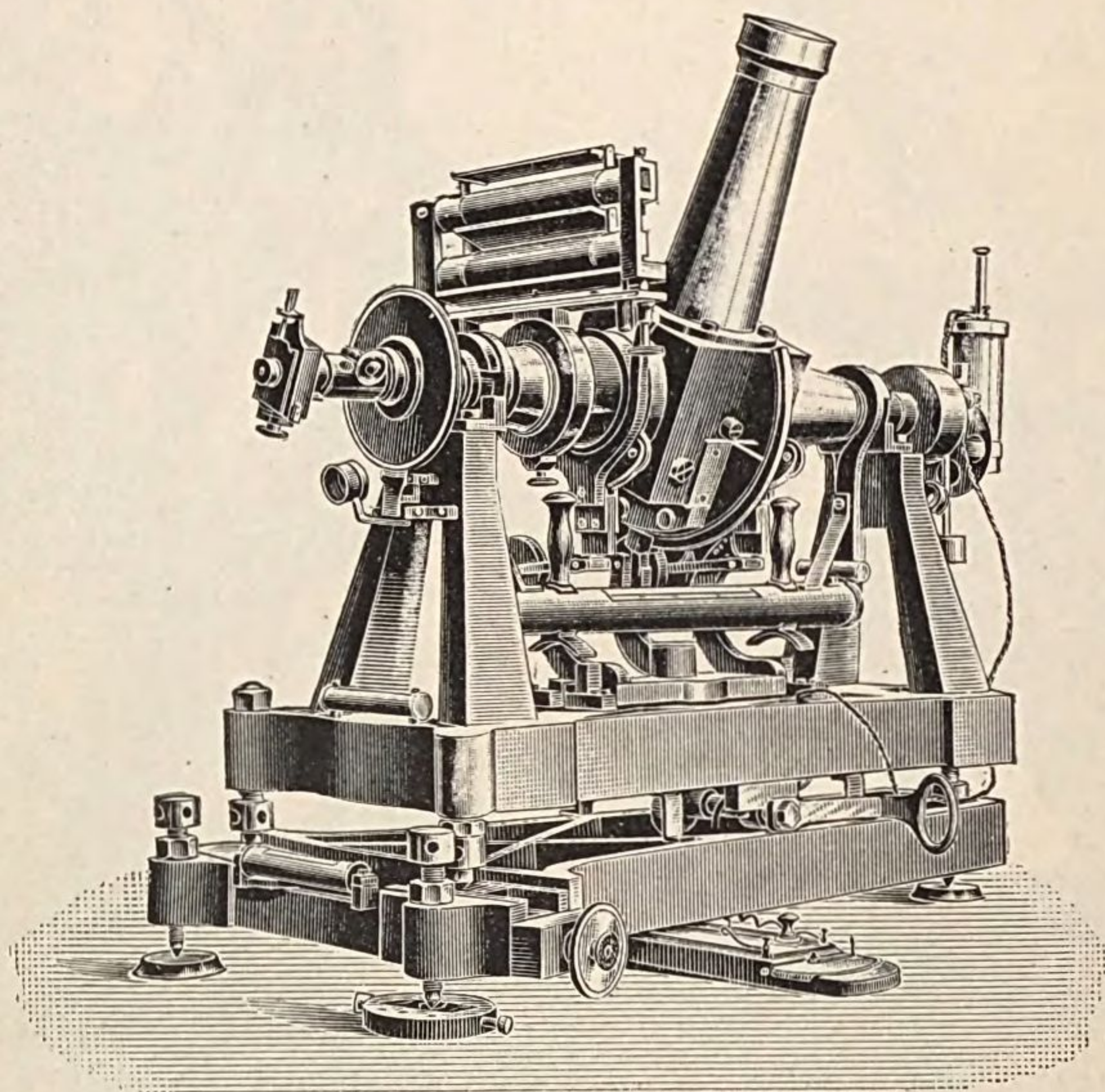


Fig. 38. Transportables Durchgangs-Instrument.

Oberteil bei der Bewegung. Nach Feststellung des Oberteiles können die Rollen zurückgestellt werden, so dass der Oberteil auf drei Punkten in sicherster Weise auf dem Fusse aufruhet. Die Fernrohraxe ist durch Friktionsrollen unterstützt. Die Umlegung durch Mechanismus schneller und sicher. Die gegen jähen Temperaturwechsel geschützte Hänge-Libelle hat ihre Aufhängpunkte im gleichen Querschnitte wie die Lagerpunkte der Axe. Beim Umlegen bleibt die Libelle hängen. Okularschrauben-Mikrometer auf Wunsch auf kleinen Teilkreis einstellbar. Zwei orthoskopische Okulare, Sonnengläser. Aufsuchekreis mit Libellen-Alhidade oder nur einfacher Aufsuchekreis mit Klapp-Verniers.

Man vergleiche übrigens das über die Beobachtungen mit solchen Instrumenten im zweiten Teile, Kapitel 9 Gesagte.

11. Die Bibliothek.

Die astronomische Bibliothek des Amateurs braucht nicht reichhaltig zu sein, aber sie soll seinen Bedürfnissen und Neigungen vollständig genügen. Notwendig sind: eine populäre Astronomie über das Gesamtgebiet der Sternkunde, welche aber die Errungenschaften der letzten Zeit bereits berücksichtigt; eine drehbare Sternkarte, ein Sternatlas, Ephemeriden und dann jene Spezialwerke, welche den besonderen Neigungen des Beobachters entsprechen: also selenographische für Mondbeobachter, planetographische für Planetenbeobachter, heliographische für Sonnenbeobachter u. s. w.

Was eine populäre Astronomie betrifft, so sollte man glauben, dass eine solche am leichtesten zu beschaffen wäre, weil ja bekanntlich ein Dutzend berufener (leider aber auch einige unberufene) Federn es unternommen haben, dem Laien die Wunder des Himmels zu schildern. Leider ist es aber eine unbestreitbare Tatsache, dass es nicht eine einzige »populäre Astronomie« giebt, welche allen Anforderungen zu entsprechen vermöchte! Die meisten sind schon veraltet, einige einseitig oder oberflächlich, wieder andere unverständlich und langweilig geschrieben, einige sogar von Leuten verfasst, die selbst von Astronomie nichts verstanden und kritiklos aus einem Dutzend Bücher abschrieben.

Diesem Mangel muss also der Amateur dadurch abhelfen, dass er sich mehrere populär-astronomische Werke anschafft, die ihre Mängel gegenseitig auszugleichen vermögen.

Wenn man die populär-astronomische Litteratur prüft (viel Spreu und wenig Weizen!), so kann man sie in verschiedene Klassen einteilen. Auf der ersten und obersten Stufe würden jene Werke stehen, deren Verfasser nicht nur auf dem Laufenden, sondern selbst ein tüchtiger Beobachter ist (oder war), der also aus eigener Anschauung schildert, und der obendrein die schriftstellerische Fähigkeit besitzt, nicht nur anregend, sondern auch leichtfasslich und allgemein verständlich zu schreiben. Nachdem alle diese Eigenschaften nur selten in einer und derselben Person vereinigt sein werden, dürfen wir uns nicht wundern, wenn auf dieser ersten Stufe keine einzige populäre Astronomie steht! Jede hat ihre Mängel: Littrow's »Wunder des Himmels« (8. Auflage, Berlin 1897, 1100 Seiten mit 14 Tafeln und 155 Textbildern, 14 Mark) wäre noch heute die beste, wenn ihr letzter Bearbeiter es verstanden hätte, sie auf dem Laufenden zu erhalten. So aber ist sie wohl in Bezug auf Planetoiden und Kometen (auf die er sich am besten verstand) von einer fast erschreckenden Ausführlichkeit und Gründlichkeit, dagegen zeigt die Beschreibung der übrigen Himmelskörper — namentlich der Planeten — von einer beschämenden Unkenntnis der letzten Errungenschaften der astronomischen Forschungen. Flammarion's »Astronomie populaire« (100. Auflage, Paris 1890, 860 Seiten mit 386 Tafeln und Textbildern, 10 Francs) ist das Muster einer anregend und leichtfasslich geschriebenen, populären Astronomie, leider jedoch bereits veraltet; das letztere gilt in noch höherem Masse von Mädler's »Wunderbau des Weltalls«

(8. Auflage, Strassburg 1885, 660 Seiten mit Atlas, 12 Mark), der überdies an Trockenheit und Unverständlichkeit (für den Laien) seinesgleichen sucht! Newcomb-Engelmann's »Populäre Astronomie« (2. Auflage, Leipzig 1892, 12 Mark) ist auch schon veraltet, dabei ziemlich trocken und wenig ausführlich; Diesterweg's »Populäre Himmelskunde« ist selbst in der eben erschienenen neuen Auflage veraltet, weil die vielen Auflagen nur durch Stereotypirung des Satzes ermöglicht wurden, was selbstverständlich gründliche Änderungen und Verbesserungen des Textes ausschliesst. Diesterweg's Gold hätte wol verdient, in eine ganz neue Form geschmolzen zu werden. Meyer's »Weltgebäude« (Leipzig 1898, 670 Seiten mit 10 Karten, 31 Tafeln und 287 Textbildern, 18 Mark) ist wohl prächtig ausgestattet, aber sehr ungleich gearbeitet. Manche Kapitel sind recht gut, viele aber oberflächlich und durchaus nicht auf der Höhe der Zeit stehend. Man merkt deutlich, dass der Verfasser nicht überall auf dem Laufenden ist und auf vielen Gebieten der beobachtenden Astronomie deren neuere Errungenschaften nicht kennt. Obendrein lässt das Werk den Vorzug einer amüsanten Darstellungsweise, wie sie doch die übrigen Werke Meyer's auszeichnet, schmerzlich vermissen; es ist fast so trocken wie Mädler! Gänzlich veraltet ist leider Klein's »Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung« (2. Auflage, Braunschweig 1871, 720 Seiten mit 4 Tafeln, 13 Mark). Dasselbe gilt auch von Ule's »Wunder der Sternenwelt« (Leipzig 1883) und Valentiner's Werken, welche überdies alle sehr oberflächlich und seicht sind. Weiss' »Bilderatlas der Sternenwelt« (Esslingen 1892) ist textlich allzu kurz (50 Seiten) und auch schon veraltet, illustrativ enthält er grösstenteils Veraltetes — welcher letzterer Vorwurf übrigens auch sämtliche vorgenannten Werke trifft! Es ist unglaublich, dass alle Verfasser ihren Lesern noch die Karikaturen der älteren Beobachter vorsetzen, wo es so viele neue vortreffliche Zeichnungen und Photographien giebt!

Einzelne astronomische Fragen sind in Klein's »Astronomischen Abenden« (Leipzig 1898, 380 Seiten mit 5 Tafeln, 5 $\frac{1}{2}$ Mark) leichtfasslich erörtert.

Was endlich meine eigenen »Spaziergänge durch das Himmelszelt« (Leipzig 1898, 408 Seiten mit 7 Tafeln und 23 Textbildern, 5 $\frac{1}{2}$ Mark) betrifft, so kann ich in eigener Sache selbstverständlich kein Urteil abgeben. Da es aber den einstimmigen Beifall der Presse gefunden und mir eine grosse Anzahl begeisterter Zuschriften aus Leserkreisen eingetragen hat, scheine ich mein Ziel: dem Leser einen kurzen Überblick über den heutigen Stand unseres astronomischen Wissens (mit besonderer Berücksichtigung der Entdeckungen der letzten Jahre) in allgemein verständlicher und anregender Form zu geben, auch erreicht zu haben.

Mein Werk bildet also eigentlich die unentbehrliche Ergänzung zu den unvollständigen populären Astronomien von Littrow und Flammarion, unter welchen beiden der Leser sich eine wählen mag.

Die Bibliothek einer kleinen Privat-Sternwarte sollte also unbedingt folgende Werke enthalten:

1. Populäre Astronomie (entweder von Flammarion oder von Littrow), und als deren Ergänzung:

2. Brenner, »Spaziergänge durch das Himmelszelt«, während

3. Klein, »Führer am Sternenhimmel« (Leipzig 1894, 430 Seiten mit 7 Tafeln und 49 Textbildern, geb. $6\frac{1}{2}$ Mark), seinerseits das vorliegende »Handbuch« vorteilhaft ergänzt.

4. Sternatlas entweder von Klein (Leipzig 1888, 12 Karten und 6 Tafeln mit Text, 16 Mark), oder von Messer (27 Karten mit Text und Abbildungen, 10 Mark, St. Petersburg 1888). Ersterer wäre vorzuziehen.

5. Ephemeriden. Am besten die »American Ephemeris« (alljährlich in Washington, 530 Seiten, geb. 4 Mark), weil sie am vollständigsten ist; sonst der »Nautical Almanac« (alljährlich in London, $2\frac{1}{2}$ Mark), oder die »Astronom. naut. Ephemeriden« (alljährlich Triest, 300 Seiten, 2 Mark), welche letztere aber auf Merkur, Uranus, Neptun und die Satelliten — jene des Jupiter ausgenommen — keine Rücksicht nehmen. Das »Berliner Jahrbuch« ist sehr teuer (12 Mark), zwar für Planetoiden unentbehrlich, sonst aber weniger vollständig als die »American Ephemeris«.

6. Annuaire astronomique (alljährlich von Flammarion in Paris herausgegeben, 200 Seiten mit 56 Bildern, 1 Mark), das eine Fülle von für den Amateur nützlichen Daten enthält und sogar für kleinere Rohre Ephemeriden überflüssig macht.

7. Lohse, »Planetographie« (Leipzig 1894, 200 Seiten mit 15 Bildern, geb. $3\frac{1}{2}$ Mark). Ein sehr nützliches Werk für den Amateur.

8. Fritz, »Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie« (Leipzig 1889, 430 Seiten mit 11 Bildern, 7 Mark). Enthält für den Amateur mehr Interessantes, als der Titel ahnen liesse.

9. Gretscher, »Lexikon der Astronomie« (Leipzig 1882, 550 Seiten mit 139 Bildern, 6 Mark), in vielem natürlich veraltet, aber in Ermangelung eines Besseren zum Nachschlagen nützlich.

10. Drehbare Sternkarte ($1\frac{1}{4}$ Mark, grosse Ausgabe 10 Mark. Frankfurt a. M., Klodt). Sehr nützlich.

11. Dreyer, »New General Catalogue of Nebulae and Star-Clusters« (London 1887).

12. Geschichte der Astronomie, entweder von Mädler (Braunschweig 1873, 1150 Seiten, 18 Mark), oder von Wolf (München 1877, 800 Seiten, 12 Mark); keine tadellos, aber besser als nichts.

13. Companion to the Observatory. (Alljährlich in London, 34 Seiten, 1 Mark.) Kann im Vereine mit 7. bescheideneren Beobachtern die Ephemeriden überflüssig machen, enthält aber ausserdem vieles, was sonst nirgends zu finden ist.

14. Secchi, »Die Sterne« (Leipzig 1878, 410 Seiten mit 87 Abbildungen und Tafeln, 8 Mark). Zwar schon stark veraltet, aber immerhin für den Amateur noch sehr nützlich.

(Weitere Spezialwerke sind in den Kapiteln 2—7 des zweiten Teiles und in Anleitung 20 des dritten Teiles namhaft gemacht)

Um stets auf dem Laufenden zu bleiben, sollte der Amateur auch auf einige astronomische Zeitschriften abonnirt sein, bzw. dieselben durch Mitgliedschaft erwerben. Am reichhaltigsten und billigsten ist das »Bulletin de la Société astronomique de France«, welches jährlich 550 Seiten mit 230 und mehr Bildern enthält und gegen den Mitgliederbeitrag von 8 Mark (10 Francs) erhältlich ist. Weniger populär, aber vielfach gründlicher ist dann das »Journal of the British Astronomical Association« (alljährlich einschliesslich der »Memoirs« 7—800 Seiten mit vielen Tafeln), das man gegen den Jahresbeitrag von $10\frac{1}{2}$ Mark erhält. Auch das »Bulletin de la Société belge d'Astronomie« (jährlich mit 350 Seiten und ca. 80 Tafeln und Bildern) enthält manches Interessante und ist für den Jahresbeitrag von 10 Francs erhältlich.

(Bei allen drei Gesellschaften die sich meldenden Leser als Mitglieder einzuführen, bin ich gern erbötig.)

Die Berliner »Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik« hat den Vorzug, nur 5 Mark Jahresbeitrag zu verlangen, bietet aber ihren Mitgliedern in den »Mitteilungen« nur 150 Seiten ohne Tafeln oder Bilder. Allerdings enthalten letztere viele schätzenswerte und nützliche Winke und Anleitungen.

Die »Astronomischen Nachrichten«, sowie die »Monthly Notices« sind so streng fachlich, dass sie nur für wissenschaftlich tätige Amateure unentbehrlich sind; dagegen findet man in der englischen Monatsschrift »Observatory« (London, jährlich 12 Mark für 470 Seiten mit ein paar Tafeln) oft sehr interessante Aufsätze und Mitteilungen.

Sehr zu bedauern ist es, dass keine Zeitschrift existirt, welche alle neuen Errungenschaften und Fortschritte der beobachtenden Astronomie zur allgemeinen Kenntniss bringt. Es ist deshalb umsomehr zu bedauern, dass die von Klein in den Jahren 1870—1888 veröffentlichte Serie »Fortschritte der Astronomie«, von der viele Jahresberichte recht ausführlich und vollständig waren, nicht fortgesetzt wurde; denn die seit 1890 von Klein in dem »Jahrbuch der Astronomie und Geophysik« veröffentlichten Revuen der astronomischen Fortschritte können diese Aufgabe nicht vollkommen erfüllen.

12. Sonstige Einrichtungsstücke einer Privatsternwarte.

Zur Vervollständigung der Ausrüstung einer Privatsternwarte gehören noch folgende Gegenstände:

1. Ein Aneroid-Barometer;
2. ein Thermometer nach Celsius [100°]; (beide behufs Korrektion der Refraktion);
3. ein Schreibpult (das bei uns praktisch zum Aufklappen eingerichtet ist und an der Wand eine breite, feste Leiste für Tinte, Feder und Lampe hat);

4. ein Pult für Chronometer, Ephemeriden, Beobachtungs-Journal, Lampe u. dergl.;

5. ein Hänge-Regal für den Okularkasten;

6. ein Pult für Werkzeuge;

7. ein Bücherschrank.

(Wir haben ausserdem noch eine Doppelleiter und einen Stuhl im Beobachtungsraume stehen.)

Was das unter 4. erwähnte Beobachtungs-Journal betrifft, so sei darüber folgendes bemerkt:

Jede Beobachtung ist wertlos, wenn sie nicht sofort in das Beobachtungs-Journal eingetragen wird; denn auf Angaben aus dem Gedächtnisse kann man sich nicht verlassen. Jeder Beobachter muss deshalb bei seinem Fernrohre ein gebundenes und liniirtes Buch haben, in das er mit Tinte sofort nach der Beobachtung alles darauf Bezügliche einträgt (eventuell mit Skizzen); je ausführlicher, desto besser. Am besten schreibt man zu Beginn des Journals die Koordination (geographische Länge und Breite) des Beobachtungsortes, seine Entfernung von Greenwich (in Stunden, Minuten und Sekunden); lässt dann alle Angaben über die vorhandenen Instrumente folgen (eine Liste der Okulare mit den Rubriken: Brennweite, Vergrößerung, Gesichtsfeld und System nicht zu vergessen!), ferner Tabellen, in die man (Platz auf einige Jahre hinaus lassen!) für jeden Tag und für jede Nacht den besten Luftzustand (in Nummern) setzt, ein Inhaltsverzeichnis (nach den Planeten, Mondlandschaften u. s. w. alphabetisch geordnet), und dann erst beginnt man mit dem eigentlichen Journale, wobei man auf die Kopfleiste der Seiten in dicker Rundschrift (zur schnellen Übersicht) die in der betreffenden Seite behandelten Objekte nebst Datum schreibt.

Um dem Leser einen Begriff von dieser Einrichtung zu geben, setze ich hier als Beispiel ein Bruchstück unseres Beobachtungs-Journals her:

46	18	94	47
♄ ⊙ G. C. 4230, 4244.	2.—5.	Juni.	G. C. 4294, 4183, 4173, ♄ ☿

Wie man sieht, enthält die Kopfleiste der linken (mit 46 paginirten) Seite die Anzeige, dass auf ihr Beobachtungen des Saturn, Uranus und der beiden Nebelflecke 4230 und 4244 des General-Katalogs zu finden sind, die rechte Seite (47) drei weitere Nebelflecke, Saturn und Merkur. (Nur beim Mond gebe ich auch die betreffenden Landschaften auf der Kopfleiste an.) Zu beiden Seiten des Buges des Buches steht das Datum, aus dem man ersieht, dass die erste Eintragung der Seite 46 sich auf den 2. Juni 1894 und die letzte der Seite 47 auf den 5. Juni 1894 bezieht.

Über die Art der Eintragungen selbst gebe ich nachstehende Beispiele aus unserem Beobachtungs-Journale:

20. Donnerstag. ($17-17\frac{3}{4}^h$) L. 2. B. 762. Th. 17° . V. 310, 410. Lgr. westlich von Linné. M.-A. 21^d35 .

Hyginus. Das S-Thal liess sich erkennen, sowie die Schlucht in welche es beim Schneckenberg mündet. Bei dieser Mündung entdeckte ich den Krater 28 und einen zweiten (27) weiter rechts. Krieger's Krater (5), sehr deutlich und gross. Meine Rille 3 sehr auffällig, ebenso meine Rille 9 und die Krater südlich und westlich von 4. Dort wo N liegen müsste, sah ich nur einen hellen Fleck, dagegen glaubte ich, die beiden Mulden 4 zu identifizieren u. s. w.

(Aus der Kopfleiste ist ersichtlich, dass sich diese Beobachtung auf den 20. September 1894 bezieht.)

Oder:

5. Dienstag. ($5-13^h$) L. 3 sp. 2. B. 771. Th. 8 zuletzt 6° . D. = $14''45$, Ph. = $0''44$. $\beta = -7^\circ01$. V. 410. Mikrometer.

Mars. Messungen des Äquatorialdurchmessers ergaben $14''063$, was unter Berücksichtigung der Phase u. s. w. um $0''2$ von der Ephemeride abweichen würde. Den Transit des Fastigium Aryn fand ich unter 358° , jenen des Cornu Hammonis unter 315° . Zeichnungen 104—106 wurden um $5\frac{3}{4}^h$, 9^h und $11^h 58^m$ aufgenommen. Nach den beiden Nordpolarflecken war Hellas und dann Ausonia der hellste Teil der Scheibe. Auffallend hell waren auch Terranova und die bis zu Ausonia verlängerte Japygia; sehr dunkel die beiden Syrten und das Mare Tyrrhenum. Sehr deutlich waren heute überhaupt alle Küstenlinien — wie auf einem Stahlstiche! — um so seltsamer jedoch die Blässe und Verschwommenheit der Kanäle, die meist nur durch das angestrengteste Sehen wahrgenommen werden konnten. Anfangs war das Trivium tiefdunkel am Rande noch sichtbar; ebenso Cerberus, Aethiops, Nepenthes, Triton, meine Kanäle 13, 14, 17 und ein neuer Kanal (27), der sehr deutlich die Verlängerung des Triton zur Asklepias-Mündung bildet. Ferner . . . (u. s. w.)

(Aus der Kopfleiste ist ersichtlich, dass sich diese Beobachtung auf den 5. Januar 1897 bezieht.)

Oder:

24. Samstag. ($9\frac{1}{2}-12\frac{1}{2}^h$) L. 1. B. 760. Th. 21° .

G.-K. 116. Mit V. 40 schön; mit V. 98 scheint Stern im Mittelpunkte zu sein; mit V. 189 Anzeichen von Auflösung; mit V. 378 deutlich aufgelöst; mit V. 660 unzählige Sterne 13.—15. Grösse über das ganze Gesichtsfeld zerstreut — herrlicher Anblick! (Manora konstatirt die vollständige Auflösung;) mit V. 830 auch noch Sterne sichtbar, aber weniger schön und deutlich.

(Aus der Kopfleiste ersieht man, dass sich diese Beobachtung auf den 24. August 1895 bezieht, und ein Blick in den Nebel-Katalog belehrt uns, dass G.-K. 116 dem grossen Andromeda-Nebel entspricht.)

Was die von mir zu Beginn jeder Beobachtung gebrauchten Abkürzungen betrifft, so bedeuten: L. = Luftzustand; B. = Barometerstand; Th. = Thermo-

meterstand; V. = Vergrößerung; Lgr. = Lichtgrenze; M.-A. = Mondalter; D. = Polar-Durchmesser; Ph. = Phase; β = Breite im Mittelpunkt der Planetenscheibe (— = südlich, + = nördlich); G.-K. = General-Katalog. (N. G.-K. wäre = Neuer General-Katalog.)

Die Zeitangaben in den Klammern beziehen sich alle auf M.E.Z. (d. h. Mitteleuropäische Zeit), welche auch jeder Beobachter anwenden sollte, weil er dann jede auf Greenwich bezügliche Zeitangabe in den Ephemeriden nur um genau eine Stunde zu vermehren braucht, um M.E.Z. zu erhalten. Unsere Normaluhr zeigt deshalb auch M.E.Z., eine goldene Taschenuhr ist auf Sternzeit regulirt, eine silberne auf mittlere Ortszeit.



Zweiter Teil.

Anleitungen zum Beobachten.

1. Aufstellung des Fernrohres.

Bevor man überhaupt beobachten kann, muss man sein Fernrohr in der Ordnung haben. Horizontal montirte sind allerdings schlagfertig, sobald sie nur zusammengesetzt sind; fix aufgestellte, parallaktisch montirte Fernrohre jedoch müssen vor allem richtig aufgestellt werden; sonst würde man weder die Gestirne nach den Kreisen finden, noch sie ohne beständiges Drehen der Schlüssel im Gesichtsfelde behalten können.

Bevor man das Fernrohr aufstellt, bringe man im Süden der Steinplatte, auf die das Fernrohr zu ruhen kommen soll, eine Art Galgen an, von der an einem Stricke ein schweres Lot (Stein oder dergl.) herabhängt. Man markirt hierauf genau eine Stunde vor und nach dem Mittag wahrer Sonnenzeit (siehe Anleitung 9 im dritten Teil) die Schattenlinien dieses Strickes auf der Steinplatte mit Bleistift an. (Selbstverständlich muss schon vorher die Steinplatte durch Libellen genau horizontal gestellt worden sein.) Die Mitte zwischen diesen beiden Bleistiftstrichen auf der Platte giebt die genaue Lage des **Meridians** an.

(Wenn möglich, pflanzt man auch im Norden und Süden dieses Meridianstriches einen Pflock auf.)

Nun stellt man die Säule der Montirung so auf die Steinplatte, dass die eine ihrer drei Fusschrauben (16 in Fig. 3) auf dem Meridianstriche zu stehen kommt, und die beiden anderen von letzterem gleichweit abstehen. Dann setzt man die Bestandteile des Fernrohres in der vom Fabrikanten angegebenen Reihenfolge zusammen. (Dabei leisten die oben erwähnten Pflöcke insofern gute Dienste, als man in der Lage ist, der Polaraxe durch Anvisirung der Pflöcke die annähernd richtige Stellung zu geben. *)

*) Bei grösseren Fernrohren muss der Unterteil der Säule mit den Schrauben unter den Fussboden versenkt werden, jedoch so, dass letzterer nirgends die Säule berührt, da sich sonst seine Erschütterungen dem Fernrohre mittheilen würden. Schon bei 4-Zöllern ratsam!

Ist nun das ganze Fernrohr aufgestellt, und hat man die Polhöhe der Polaraxe richtig eingestellt (bei den Instrumenten mit verstellbarer Polhöhe, wie solche heutzutage wohl ausschliesslich angefertigt werden), so hat man das Fernrohr grob aufgestellt, d. h. ein gesuchtes Objekt wird wohl im Sucher erscheinen, aber nicht an der richtigen Stelle.

Bevor man jedoch an das Korrigiren der Aufstellung geht, muss man den Sucher in Ordnung bringen. Denn es ist klar, dass nur dann der im Mittelpunkte des Suchers befindliche Stern auch gleichzeitig im Mittelpunkte des Hauptrohres stehen kann, wenn die optischen Axen der beiden Rohre vollständig miteinander parallel laufen. Um dies zuwege zu bringen, verfährt man in folgender Weise:

Man klemmt das Hauptrohr fest, nachdem man ein entferntes terrestrisches Objekt, z. B. die Spitze eines Kirchturmes oder ein Loch in einer Mauer, oder den Riegel eines Fensters u. s. w. in den Mittelpunkt des Fadenkreuzes eines stärkeren Okulars gebracht hat. Dann schraubt man die Stellschrauben des Suchers (2 2 in Fig. 3) so lange abwechselnd auf und ab, bis dasselbe terrestrische Objekt auch im Mittelpunkte des Fadenkreuzes des Suchers erscheint. Dann blickt man wieder durch das Hauptrohr, um zu sehen, ob sich das terrestrische Objekt nicht etwa mittlerweile verschoben hat. Ist dies der Fall, so bringt man es mittelst der Feinbewegungen wieder in die Mitte des Fadenkreuzes und wiederholt die Regulirung der Schrauben 2 2 (Fig. 3) so lange, bis sich in beiden Rohren dasselbe Objekt gleichzeitig im Mittelpunkte des Fadenkreuzes befindet.

Dabei ist angenommen, dass die beiden Fadenkreuze genau angebracht sind, was man bei Drehung des Okulars um 180° sofort sieht: bleibt während dieser Drehung das Objekt beständig in der Mitte des Fadenkreuzes, so ist das letztere vollkommen richtig angebracht. Beschreibt es aber einen kleinen Kreis um den Mittelpunkt, so muss man das Objekt in die Mitte dieses Kreises stellen, denn das ist dann der wahre Mittelpunkt der optischen Axe.

a) Korrektion der Aufstellung.

In erster Linie hat man den »Indexfehler am Deklinationskreise« — den wir Δd nennen wollen — und den Kollimationsfehler (c) zu ermitteln. Δd ist eine konstante Grösse und rührt daher, dass der Index (Nullpunkt des Vernier) für einen Stern, dessen Ephemeriden-Deklination genau $= 0$ ist, nicht ebenfalls 0 zeigt. Der Kollimationsfehler c hingegen rührt daher, dass die optische Axe des Fernrohres nicht in der richtigen Lage ist, d. h. dass der optische Mittelpunkt des Objektivs nicht mit dem Mittelpunkte des Fadenkreuzes im Okular zusammenfällt.

Diese beiden Fehler werden auf folgende Weise ermittelt.

Zunächst sei vorausgeschickt, dass in den nachstehenden Anleitungen der Ausdruck »K. p.« sich auf die Stellung in Fig. 39 und »K. s.« auf jene in Fig. 40 bezieht.

In beiden Figuren bedeuten:

O = Ost,

W = West,

S = Süd,

N = Nord,

D = Deklinationskreis,

Ob = Objektivende } des Fernrohres.

Oc = Okularende

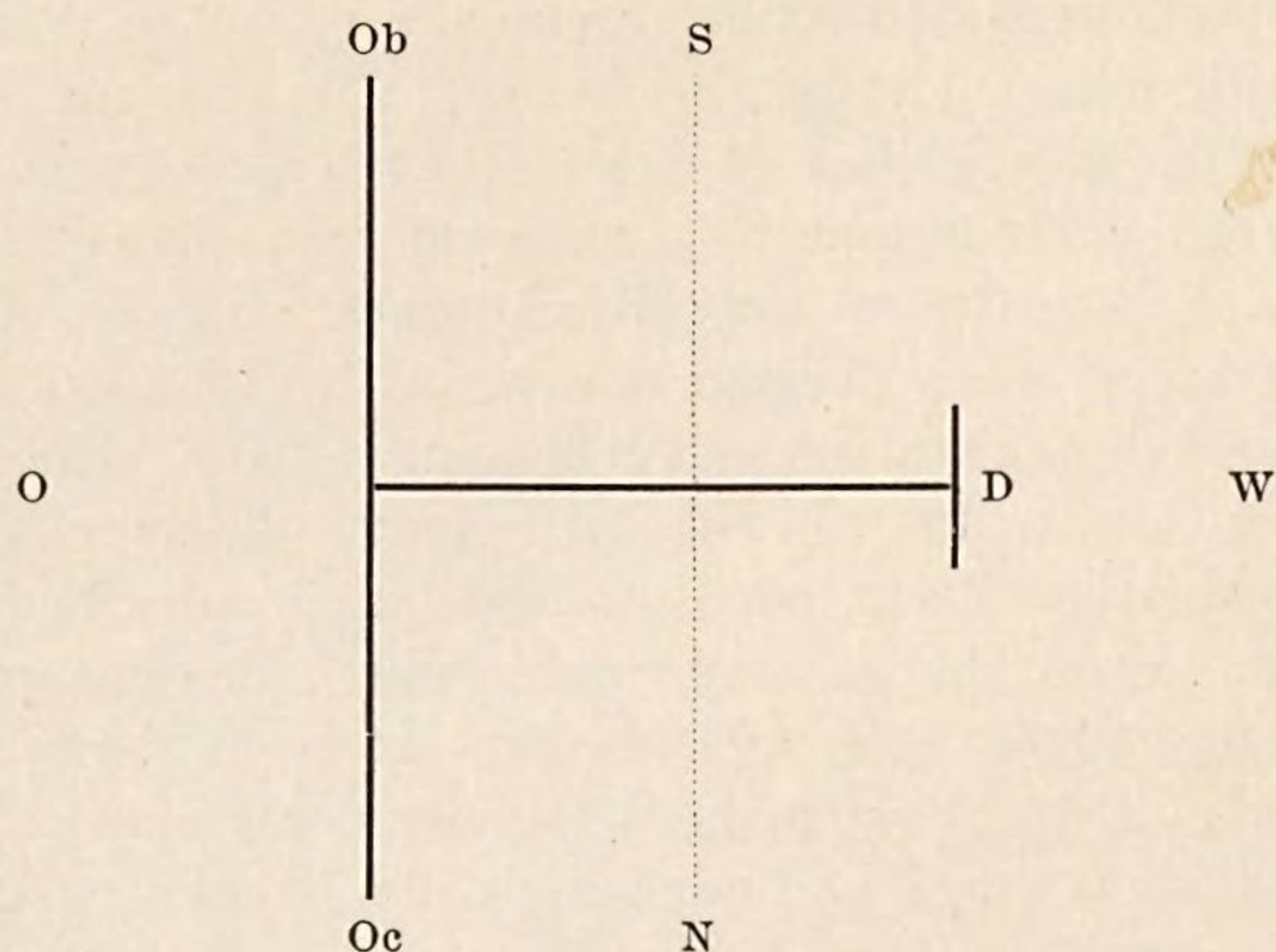


Fig. 39. Fernrohrstellung, Kreis praecedens.

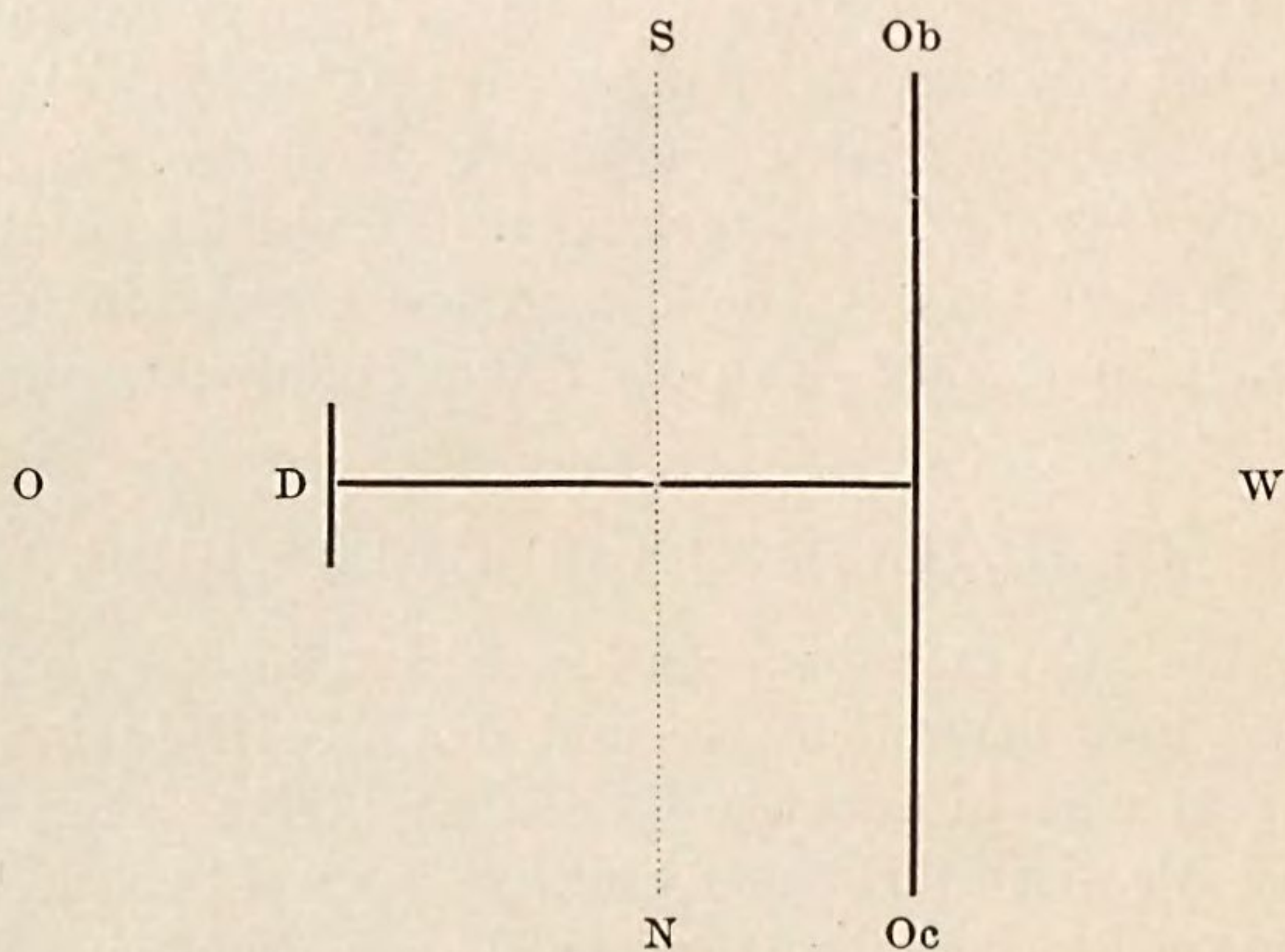


Fig. 40. Fernrohrstellung, Kreis sequens.

Nachdem in Fig. 39, wie man sieht, der Deklinationskreis im Stundenwinkel dem Fernrohre voraus geht, so nennt man diese Lage »Kreis praecedens« — abgekürzt »K. p.«; in Fig. 40 folgt der Deklinationskreis dem Fernrohre im Stundenwinkel nach, daher heisst diese Lage »Kreis sequens« — abgekürzt »K. s.«.

Man stellt also zunächst ein möglichst weit entferntes terrestrisches Objekt im Horizonte und nahe zum Meridiane in der Lage K. p. ein;

selbstverständlich derart, dass es im Mittelpunkte des Fadenkreuzes erscheint. Dann lese man beide Verniers des Deklinationskreises wie des Stundenkreises ab.

Das Mittel der ersteren (Dekl.-Kr.) heisse d_1

» » » letzteren (St.-Kr.) » t_1 .

(Dieses d_1 wird $\approx$ (nahe $=$) $-(90-\varphi)$ sein, wenn φ die Polhöhe, bzw. geographische Breite des Ortes ist.)

Hierauf wird dasselbe Objekt in K. s. eingestellt. Ablesung wie oben.

Das Mittel des Dekl.-Kr. heisse d_2

» » » St.-Kr. » t_2 .

(Dieses d_2 ist grösser als 90° und nahezu gleich $270^\circ - \varphi$.)

Der Indexfehler des Deklinationskreises (Δd) ist dann:

$$\Delta d = 90^\circ - \frac{1}{2} (d_1 + d_2)^*)$$

während die richtige instrumentale Deklination:

$$d_0 = 90^\circ - \frac{1}{2} (d_2 - d_1)$$

wäre, und der Kollimationsfehler (c):

$$c = \frac{1}{2} (t_2 - t_1) \sin \varphi$$

ist.

Nehmen wir also beispielsweise an, ein Beobachter sei unter $\varphi = 50^\circ 5'$ wohnhaft und habe $d_1 = -39^\circ 57',3$, $d_2 = 219^\circ 54',5$ gefunden. Dann hat man:

$$\begin{array}{r} d_1 = -39^\circ 57',3 \\ d_2 = 219^\circ 54',5 \\ \hline d_1 + d_2 = 179^\circ 57',2 \\ \hline \frac{d_1 + d_2}{2} = 89^\circ 58',6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} d_2 - d_1 = 259^\circ 51',8 \\ \hline \frac{d_2 - d_1}{2} = 129^\circ 55',9 \end{array}$$

$$d_0 = 90^\circ - 129^\circ 55',9 = -39^\circ 55',9$$

$$\Delta d = 90^\circ - 89^\circ 58',6 = +1',4.$$

(Probe: $d_1 + \Delta d = d_0$ und $180 - d_2 - \Delta d = d_0$.)

Man kann den Indexfehler in Ermangelung eines terrestrischen Objekts auch durch Beobachtung eines Sternes ermitteln, indem man ihn kurz vor dem Meridiane einstellt, ihn auf den Horizontalfaden bringt und den Deklinationskreis abliest. Dieser Kreis gäbe d_1 . Dann bringt man das Rohr in die zweite Lage, stellt denselben Stern kurz nach dem Meridiane wieder auf den Horizontalfaden und liest neuerdings den Deklinationskreis ab. Er gäbe nun die Deklination d_2 . Dann ist $\frac{d_2 - d_1}{2}$ der Indexfehler, und die

richtige Deklination des Sternes lautet in der ersten Lage $d_1 \pm \frac{d_2 - d_1}{2}$, in der zweiten Lage $d_2 \mp \frac{d_2 - d_1}{2}$. Das Zeichen muss so gewählt werden, dass die Ablesungen d_1 und d_2 nach erfolgter Indexkorrektur einander gleich

*) Der mit der Algebra und Trigonometrie nicht vertraute Leser findet in den Anleitungen des dritten Teiles — namentlich in 20 mit seiner langen Fussnote — so ausführliche und leichtfassliche Erklärungen, dass es ihm nicht schwer fallen kann, nach den hier gegebenen Formeln zu rechnen.

werden. Heisst nun die so korrigirte Ablesung d_0 , so erscheint diese noch mit Refraktion behaftet. Wird letztere noch abgezogen (von d_0), so erhält man die richtige Ephemeriden-Deklination des Sternes. Ähnlich ist umgekehrt beim Einstellen eines Sternes zu verfahren.

(Der Indexfehler muss stets in Rechnung gezogen werden. Hätte man z. B. einen Stern im Meridiane in der einen Kreislage auf dem Deklinationsfaden, und fände man, dass er in der anderen Kreislage um $4'$ von demselben entfernt sei, so wäre der Indexfehler $= 2'$.)

Jetzt kann man zu Aufstellungs-Beobachtungen mit zwei verschiedenen Sternen im Meridiane schreiten. Der eine Stern soll nahe zum Äquator ($\delta = \pm 20^\circ$), der andere nahe zum Pole liegen (δ zwischen $+70^\circ$ und 80° ist ausreichend). Zweckmässig ist es, den letzteren Stern auch in oberer Kulmination zu nehmen.

Jeder Stern ist in beiden Kreislagen, zuerst kurz vor dem Meridiane und dann kurz nach dem Meridiane zu beobachten (nachdem dazwischen die Kreislage gewechselt worden), und zwar derart, dass das Mittel beider Beobachtungssternzeiten sehr nahe $=$ der Rektascension des Sternes ist.

	S c h e m a.			
	Kreis	Sternzeit	Stundenkreis- Ablesung	Deklin.-Kreis- Ablesung
Äquatorstern	K. p.	$\Theta_1 (< \alpha)$	t_1	d_1
	K. s.	$\Theta_2 (> \alpha)$	t_2	d_2
Polstern	K. p.	$\Theta_1' (< \alpha')$	t_1'	d_1'
	K. s.	$\Theta_2' (> \alpha')$	t_2'	d_2'
$\frac{1}{2} (\Theta_1 + \Theta_2)$ soll nahe $= \alpha$				$\frac{1}{2} (\Theta_1' + \Theta_2')$ nahe $= \alpha'$ sein.

Barometer- und Thermometerstand muss ebenfalls (wegen Refraktions-Korrektion) abgelesen werden.

Als Beispiel will ich das Resultat meiner Beobachtungen von 1895 geben, als ich infolge Reissens der Uhrschnur gezwungen war, das Fernrohr zu heben und dann völlig neu aufzustellen. Zuvor aber gebe ich dem Leser zum besseren Verständnisse Fig. 41 mit folgender Zeichenerklärung:

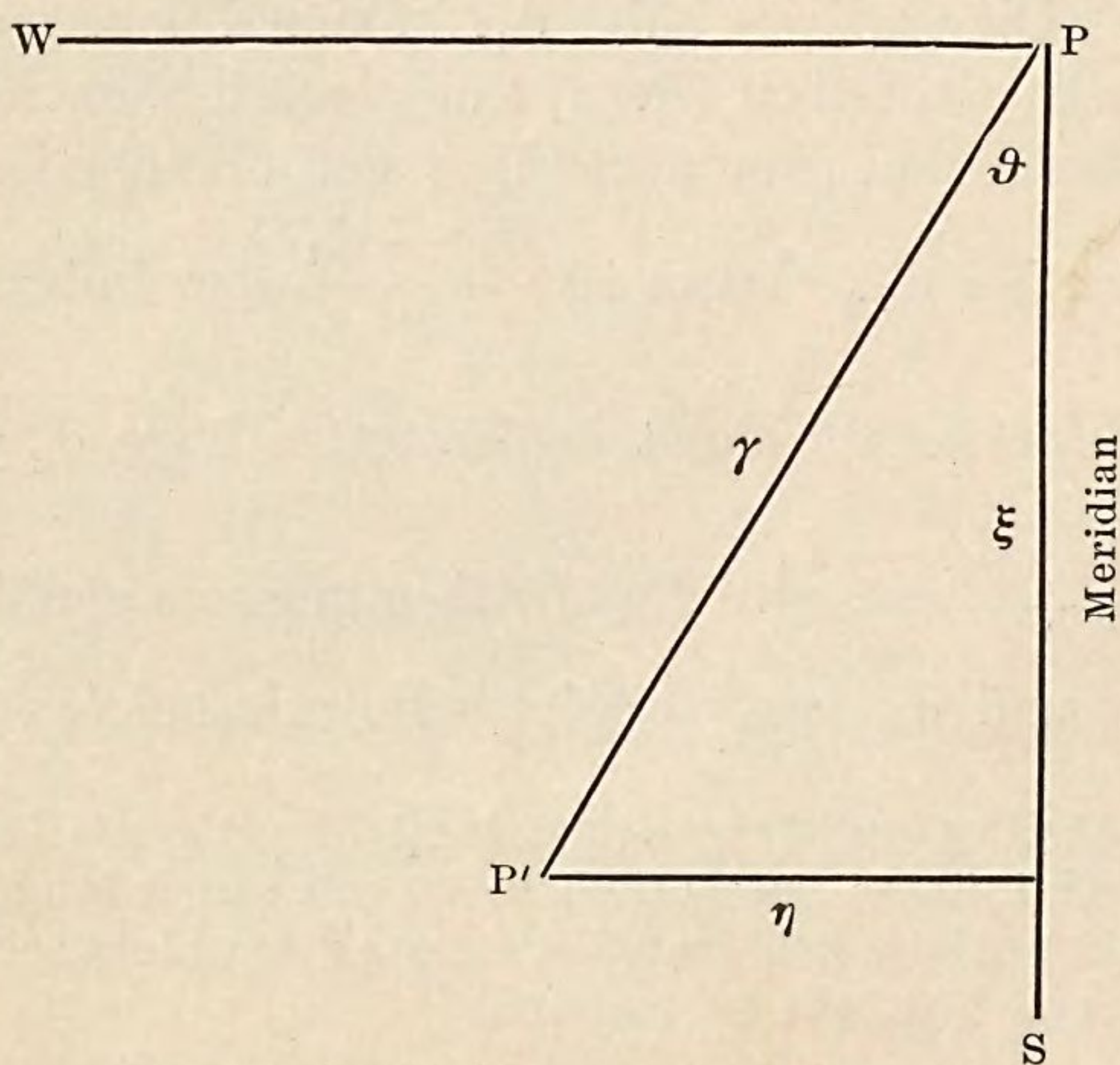


Fig. 41. Erklärung der Aufstellungsfehler.

$W = \text{West};$
 $S = \text{Süd};$
 $P = \text{Himmelspol};$
 $P' = \text{Pol des Instruments};$
 $PP' = \gamma;$
 $\vartheta = \text{Stundenwinkel von } P' \text{ bezw. } P;$
 $\xi = + \text{ wenn } P' \text{ nach Süden liegt};$
 $\eta = + \text{ wenn } P' \text{ nach Westen liegt};$
 $x = \text{Indexfehler des Stundenkreises in dem Sinne, dass für einen Stern im Meridiane (und } P' \text{ mit } P \text{ zusammenfallend) die Ablesung nicht 0, sondern } -x \text{ lautet};$
 $\Delta t = x - \eta \operatorname{tg} \varphi \quad (\varphi = \text{Polhöhe});$
 $\gamma = \text{Abstand beider Pole} = \sqrt{\xi^2 + \eta^2};$
 $\xi = \gamma \cos \vartheta;$
 $\eta = \gamma \sin \vartheta;$
 $\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\eta}{\xi}.$

Bezeichnungen:

Obere	{	Kulmi-	{	K. p. = Fernrohr rechts	}	Polstern;	{	links	} Äquator-
				K. s. = « links				rechts	
Untere	{	nation.	{	K. s. = « rechts	}	Polstern.	{		}
				K. p. = « links					

1895. Mai 29. 9¹/₂—10^h M.E.Z. Arctur (α Bootis) Barometer: 764;
Thermometer: 19^o,75 Celsius.

Ablesungen:

K. p.	$\Theta = 14^h 6^m 53^s,5$	St.-Kr.	$11^h 54^m 24^s (-1^h 34^s,5)$	δ	$19^o 45' (+1')$
»	$= 18 \ 21$	»	$12 \ 5 \ 44 (-1 \ 42)$	»	$45' (+1')$
K. s.	$= 12 \ 47,5$	»	$0 \ 0 \ 8 (-1 \ 44)$	»	$46 (+2')$
»	$= 23 \ 15$	»	$0 \ 10 \ 33 (-1 \ 47)$	»	$46,5 (+2',5)$

1895. Mai 29. 10—11^h M.E.Z. β Ursae minoris. Barometer: 764;
Thermometer: 19^o,75 Celsius.

Ablesungen:

K. p.	$\Theta = 14^h 39^m 11^s$	St.-Kr.	$23^h 47^m 38^s (-27^s)$	δ	$74^o 37',5 (+2')$
»	$= 59 \ 47$	»	$0 \ 8 \ 16 (-30^s)$		$36,5 (+1)$
K. s.	$= 50 \ 55,5$	»	$11 \ 59 \ 8 (-41,5)$		$35,5 (0)$
»	$= 15 \ 4 \ 51$	»	$12 \ 13 \ 2 (-43)$		$35 (-0',5)$

1895. Mai 29. 22—23^h M.E.Z. β Ursae minoris. Barometer: 768;
Thermometer: 20^o,5 Celsius.

Ablesungen:

K. p.	$\Theta = 2^h 37^m 17^s$	St.-Kr.	$23^h 42^m 13^s (-3^m 58^s)$	δ	$94^o 34',5 (-2')$
»	$= 3 \ 5 \ 9,5$	»	$0 \ 10 \ 13 (-3 \ 50,5)$		$34,5 (-2)$
K. s.	$= 2 \ 45 \ 43$	»	$11 \ 52 \ 6 (-2 \ 31)$		$36 (-0,5)$
»	$= 3 \ 11 \ 37,5$	»	$12 \ 18 \ 5 (-2 \ 26,5)$		$37 (+0,5)$

Berechnung:

α Bootis	β Ursae min. O. C.	β Ursae min. U. C.	Mittel
$\xi = + 1,63$	$+ 0,63$	$+ 1,0$	$+ 1,09$
Gleichung für α Bootis:		$0,359 \eta + \Delta t = + 1^m 42,0$	
»	» β Ursae min. O. C.	$3,626 \eta + \Delta t = + 0 34,1$	

$$\eta = - 20^s,79 = - 5,2$$

$$\Delta t = + 1^m 49,4$$

$$\text{also } x = + 1^m 29,1$$

η substituirt in die

$$\text{Gleichung für } \beta \text{ Ursae min. U. C.} = - 3,627 \eta + \Delta t = + 3^m 11,5$$

$$- 3,627 \eta + \Delta t = + 3^m 4,7$$

(Erstere beobachtet, letztere berechnet, also ausreichende Übereinstimmung.)

Die Details der am 30. Mai $6\frac{3}{4}$ — $8\frac{1}{4}$ h M.E.Z. angeschlossenen Sterne β Leonis und β Corvi, sowie α Ursae minoris (20 — 21 h und Mai 31. 7 — $9\frac{1}{2}$ h) kann ich übergehen, da sie in gleicher Weise berechnet wurden, und brauche nur das Resultat zu geben:

β Leonis	β Corvi	α Ursae min. O. C.	Mittel
$\xi = + 2,0$	$+ 1,5$	$0,0$	$+ 1,17$
$\eta = - 21,0$	$= - 5,25$	$\Delta t = + 1^m 50,4$	$x = + 1^m 30,8$
Beobachtung: $-46,449 \eta + \Delta t = + 18^m 27,75$		} genügende Übereinstimmung.	
Berechnung: $-46,449 \eta + \Delta t = + 18 \quad 5,8$			

Kollimationsfehler aus:

$$\begin{array}{llll} \alpha \text{ Ursae min. O. C.} & c = - 5,8 & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} - 6,3 & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} - 6,5. \\ \text{» » U. C.} & c = - 6,8 & & \\ \beta \text{ » » O. C.} & c = - 2,2 & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} - 6,7 & \\ \text{» » U. C.} & c = - 11,2 & & \end{array}$$

Resultat:

$$\begin{array}{ll} \xi = + 1,1 & P' \text{ liegt nach Süden} \\ \eta = - 5,2 = - 20,8 & P' \text{ » » Osten} \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} P' \text{ im S. O. Quadranten.}$$

$$\begin{array}{l} \gamma = 5,315 = 21,3 \\ \vartheta = - 78^0 3,35 \end{array} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} *)$$

$$x = + 1^m 29,5 \text{ (= } \Delta t \text{ wenn } \eta \text{ auf Null gebracht wird).}$$

$$\Delta t = + 1^m 50,0.$$

Um das grosse $\eta = - 5,2$ wegzubringen, musste ich also die nach Osten liegende Fusschraube um $5,2$ höher stellen. Den Indexfehler

*) Heissen t_1 und t_2 die Stundenkreis-Ablesungen in K. p. und K. s., dagegen τ der wahre Stundenwinkel, so gilt hier für irgend einen Stundenwinkel:

$$\text{K. p. } t_1 = \tau - 1^m 50,80 + 21,83 \sin(\tau + 78^0 3,35) \operatorname{tg} \delta + 6,83 \sec \delta$$

$$\text{K. s. } t_2 = 12^h + \tau - 1^m 50^s + 21,83 \sin(\tau + 78^0 3,35) \operatorname{tg} \delta - 6,83 \sec \delta$$

im oder nahe zum Meridian:

$$\text{K. p. } t_1 = \tau - 1^m 50^s + 20,884 \operatorname{tg} \delta + 6,83 \sec \delta$$

$$\text{K. s. } t_2 = 12^h + \tau - 1^m 50^s + 20,884 \operatorname{tg} \delta - 6,83 \sec \delta.$$

des Stundenkreises konnte ich durch Verstellen desselben gegen die Verniers bis auf 2^s beseitigen, jenen des Deklinationskreises bis auf $0',5$.

Wenn es sich nicht um vollkommene Genauigkeit handelt, sondern nur um annähernd richtige Aufstellung, kann man auch folgendermassen verfahren. Man bringt einen dem Meridiane und auch (wegen der Refraktion) dem Zenith nahen Stern unter das Fadenkreuz und beobachtet nach welcher Seite vom Deklinationsfaden der Stern abgeht. (Mit Uhrwerk am besten; bei Handführung, indem man nach einer Minute den Stern wieder einholt — bei festgeklemmter Deklinationsaxe natürlich.) Findet diese Abweichung nach Süden zu statt, so wird man durch eine azimutale Drehung des Instruments (mittelst der azimutalen Korrektionsschraube) das Nordende der Polaraxe etwas nach Westen, im anderen Falle nach Osten zu bewegen haben, bis der Stern wieder unter dem Deklinationsfaden steht. Ist der Stern dabei vom vertikalen (α -) Faden abgekommen, so bringt man ihn mittelst des α -Schlüssels wieder darauf und beobachtet weiter in gleicher Weise. So korrigirt man in dieser Weise fort, — aber immer nur mit Sternen nahe dem Meridiane und Zenith — bis der Stern eine Stunde lang auf dem δ -Faden bleibt.

Hierauf beobachtet man einen nicht zu tief stehenden Stern, dessen Stundenwinkel $\pm 6^h$ beträgt. Weicht er vom δ -Faden ab, so bringt man ihn wieder darauf, indem man mittelst der Polhöhen-Korrektionsschraube die Neigung der Polaraxe korrigirt und dieses Verfahren so lange wiederholt, bis der Stern auf dem δ -Faden bleibt.

b) Prüfung des Fernrohres.

Ist das Fernrohr gut aufgestellt, so kann man an die Prüfung seiner Leistungsfähigkeit schreiten. Wie ich schon auf Seite 6 erörtert, kann, streng genommen, erst nach einjähriger Erprobung auf alle möglichen Objekte über ein Fernrohr ein endgiltiges Urteil gefällt werden. Aber schon nach einmaliger Erprobung wird ein erfahrener Astronom im allgemeinen sagen können, ob ein Fernrohr gut oder schlecht ist. Denn er weiss eben aus Erfahrung, wie hoch er den Einfluss des momentanen Luftzustandes auf die Definition zu veranschlagen hat, wie viel Detail er sieht, wie die Bilder im allgemeinen sind, ob die Achromasie und die Definition zu wünschen übrig lassen, ob die Lichtstärke des Instruments mit seiner Öffnung im Einklange steht, ob das Objektiv überall gleich gut zeigt*), ob es falsche Bilder giebt u. s. w. Gut ist z. B. ein Fernrohr mit folgenden Eigenschaften: das sekundäre Spektrum (d. h. der farbige Saum um helle Objekte — am besten beim Mondrande zu sehen —, welcher eine Folge der nicht vollkommen erreichten Achromasie des Objektivs ist) ist nicht rot, gelb oder grün, sondern violett oder wenigstens blau; die hellen Sterne erscheinen als

*) Die meisten Objektive zeigen im Centrum am besten und an den Rändern verzerrt. In dieser Beziehung ist unser 7-Zöller auch ein Muster, denn er zeigt bis nahezu dicht an den Rand die Sterne und Planeten ebensogut und unverzerrt wie in der Mitte.

kleine, vollkommen runde Scheibchen, von Beugungsringen umgeben; wenn man einen Stern ausserhalb der Brennweite ansieht, so dass er also als grosse matte Scheibe erscheint, so ist diese Scheibe kreisrund und gleichmässig erhellt, zeigt also weder Lichtknoten, noch dunkle Flecke*) (von Schlieren herrührend); Sterne schwächer als 2. Grösse senden bei ruhiger Luft keine Strahlen aus, noch gleichen sie verschwommenen Klecksen (bei »ruhiger« Luft heisst, dass der Stern, mit blosssem Auge gesehen, nicht funkelt!); die Planeten zeigen scharfe Ränder (ruhige Luft vorausgesetzt!); entsprechende Prüfungssterne lassen sich unter günstigen Umständen trennen; Sterne der entsprechenden Grösse werden bei guter Luft sichtbar; bei Okularen von weniger als 1" Brennweite lässt sich der Okulartrieb nicht verschieben, ohne dass nicht eine Veränderung des Bildes eintritt. (Bei unserem Refraktor z. B. bewirkt schon ein Verschieben um nur 0,1 Millimeter ein Undeutlicherwerden des Bildes!)

In einem guten und gut centrirten Fernrohre müssen die Sterne so aussehen, wie in Fig. 42. Sehen sie so aus, wie in Fig. 43, so ist das

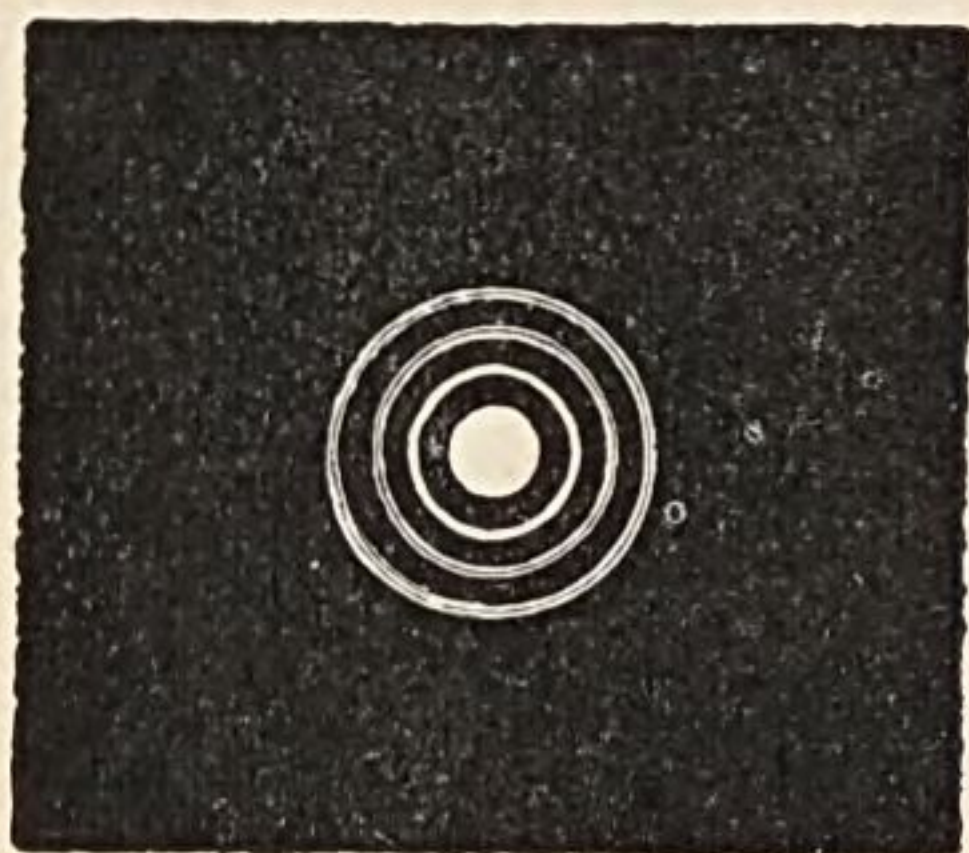


Fig. 42. Centrirtes Sternbild.

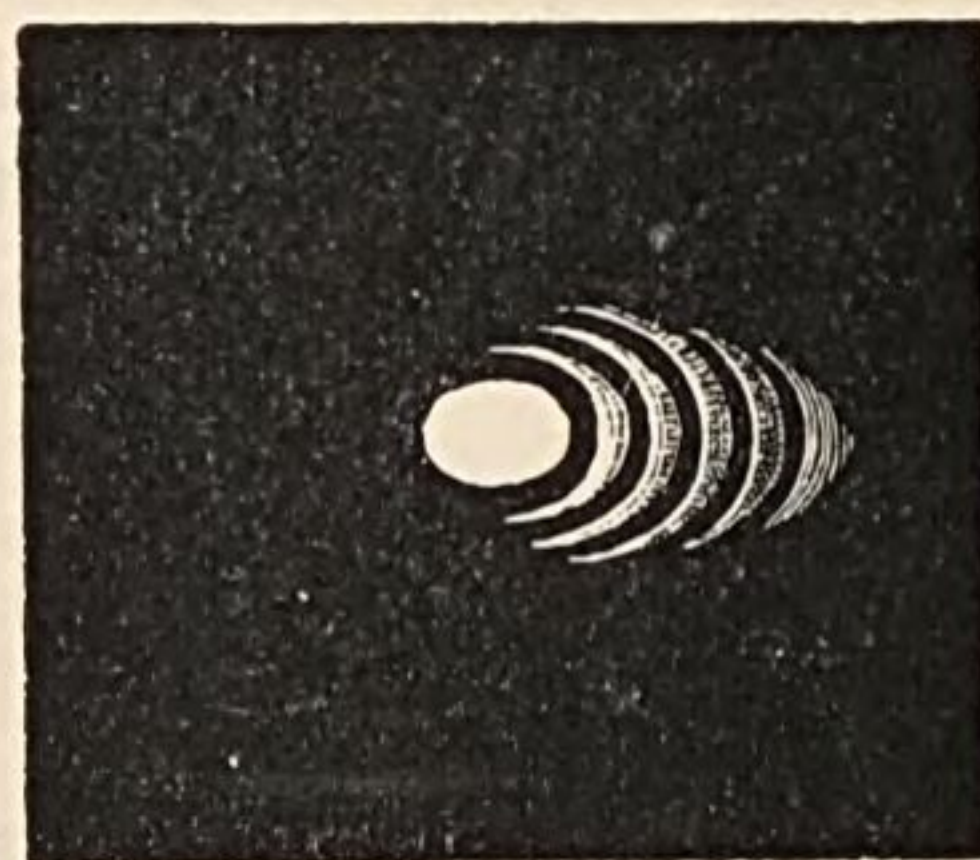


Fig. 43. Nichtcentrirtes Sternbild.

ein Zeichen, dass das Objektiv nicht gut centriert ist, d. h. nicht streng senkrecht zur optischen Axe des Fernrohres liegt. Diesem Mangel lässt sich aber durch richtige Centrirung abhelfen, welche man entweder selbst vornimmt (wenn die entsprechenden Schrauben beim Objektiv vorhanden sind) oder durch den betreffenden Fabrikanten ausführen lässt.

Schlimm ist es jedoch, wenn das Sternbild auch bei richtiger Centrirung nicht so erscheint, wie in Fig. 42. (Immer ruhige gute Luft vorausgesetzt; denn bei unruhiger sehen die Sterne auch in unserem Refraktor scheusslich aus!) Beide Figuren sind aber natürlich übertrieben gross gehalten.

Was nun die Sterngrössen betrifft, welche ein gutes Fernrohr zeigen soll, so kann man als Norm folgende Tabelle betrachten:

Öffnung in Millimetern .	10	13	17	20	27	34	41	54
Sterngrösse	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5
Öffnung in Millimetern .	68	81	101	127	162	203	270	350
Sterngrösse	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5
Öffnung in Millimetern .	460	610	800	1010	1270			
Sterngrösse	15	15,5	16	16,5	17			

*) Unreinigkeiten auf den Okularlinsen verursachen aber ähnliche dunkle Flecke.

Sehr viel kommt aber dabei auf die Durchsichtigkeit der Luft an; unser Refraktor z. B., dessen Öffnung 178 Millimeter beträgt, sollte theoretisch nur Sterne 13,2. Grösse zeigen; in Wirklichkeit zeigte er aber sogar ausnahmsweise die inneren Uranus-Monde, welche 15. Grösse sind, und gelegentlich der Auflösung des Andromeda-Nebels in eine Unzahl winziger Lichtpünktchen Hunderte von Sternen, die auch höchstens 15. Grösse gewesen sein können. Umgekehrt wird auch ein gutes Fernrohr in Grossstädten die normale Leistungsfähigkeit niemals erreichen können.

Dasselbe gilt auch in Bezug auf Auflösung von Doppelsternen, bei der sehr viel von der Reinheit und Ruhe der Luft abhängt. Nachstehende Probeobjekte gelten daher nur für die günstigsten Umstände und sind bei ungünstigen die Anforderungen entsprechend herabzusetzen.

Doppelsterne für 2-Zöller.

N a m e	Rekt- ascension	Deklination	Positions- winkel	Distanz	Grösse der Kom- ponenten
U Herculis	0 ^h 8 ^m 25 ^s	+ 54° 1'	44 ^o ,1	3",43	9 ^m — 9 ^m
	0 45 5	55 58	134,2	3,82	8,2 — 8,7
	1 56 18	56 25	343,5	3,94	9,2 — 9,5
	4 7 47	60 31	183,9	3,39	9,3 — 9,4
	8 11 0	— 8 38	120,8	3,30	7,4 — 10
	11 37 25	+ 11 22	177,1	3,59	8,1 — 10,3
	11 45 24	45 29	89,6	3,52	8 — 8,2
	12 57 19	57 5	336,9	3,40	9 — 9,4
	17 12 54	33 14	61,3	4,47	5 — 10
	20 54 18	19 36	252,6	3,17	8 — 9

Doppelsterne für 3-Zöller.

Σ 1785 ε Bootes	5 ^h 49 ^m 10 ^s	+ 13° 56'	40 ^o ,0	2",27	7 ^m — 8,5 ^m
	9 42 0	58 47	215,3	1,85	9 — 9
	12 57 10	— 5 57	312,8	2,01	8 — 9
	13 43 36	+ 27 35	215,7	1,96	7 — 8
	14 40	27 35	328	2,90	2,5 — 6
	17 20 16	30 52	63,7	2,02	9,4 — 9,5
	20 14 54	56 54	310,7	2,21	9 — 9,5
	21 23 43	— 5 55	42,2	1,84	8,3 — 8,9

Doppelsterne für 3½-Zöller.

65 Leonis μ Librae μ Draconis	0 ^h 45 ^m 5 ^s	+ 55° 8'	82 ^o ,6	1",45	8,2 ^m — 9,8 ^m
	7 58 9	— 1 31	32,8	1,54	8,2 — 9
	8 43 40	10 34	60,8	2,13	6,6 — 11
	10 28 20	+ 46 26	208,4	2,10	6,4 — 11,2
	11 1 50	2 30	88,5	1,78	5,6 — 10,5
	12 55 35	57 1	74,6	1,50	6 — 9,6
	14 42 45	— 13 39	340,6	1,61	5 — 6
	17 2 51	+ 54 38	159,4	2,40	5,5 — 5,5
	21 33 48	42 45	69,5	1,46	8 — 10
	23 59 57	57 46	321,1	1,45	6,5 — 7,5

Doppelsterne für 4-Zöller.

N a m e	Rekt- ascension	Deklination	Positions- winkel	Distanz	Grösse der Kom- ponenten
	0 ^h 56 ^m 13 ^s	+ 60° 26'	66°,8	1",25	6,3 ^m — 9,3 ^m
	5 44 33	— 1 28	106	1,23	7,9 — 10,3
	6 23 40	32 30	47,2	1,29	5,8 — 7,7
52 Herculis	16 45 43	+ 46 12	318,7	1,62	5 — 9,1
	17 44 38	— 28 27	175,2	1,31	10,4 — 10,9
δ Cygni	19 41 12	+ 44 50	333,3	1,84	3 — 8
	21 6 21	47 12	316,7	1,28	7,1 — 9,7
	23 22 23	2 54	37,4	1,14	8,9 — 9

Doppelsterne für 5-Zöller.

	0 ^h 20 ^m 55 ^s	+ 20° 26'	189°,3	1",15	8,1 ^m — 11,8 ^m
	2 56 8	57 15	273,9	1,18	9,2 — 9,3
	4 33 0	16 16	218,5	1,03	9 — 11
	6 3 41	— 14 3	99,9	1,13	8,1 — 9,1
	7 18 53	+ 31 52	130,9	1,13	7,8 — 9,7
	12 35 2	— 0 48	316,3	1,20	9 — 10
Σ 1926	15 10 23	+ 38 45	257,7	1,10	7,2 — 9,2
	19 3 6	30 29	252,5	1,08	8,6 — 10,3
	21 25 21	34 32	197,0	1,12	8,3 — 8,5

Doppelsterne für 6-Zöller.

	0 ^h 19 ^m 7 ^s	+ 35° 49'	70°,1	0",86	8 ^m — 9,7 ^m
	1 5 29	61 4	268,2	0,99	6,3 — 9,7
η Geminorum	6 7 38	22 32	296,1	1,08	3,5 — 10,7
α Ursae maj.	10 56 19	62 24	326,1	0,91	2 — 11
O Σ 235	11 25 31	61 45	84,3	0,97	5,8 — 8
25 Canum	13 32 7	36 54	137,5	0,98	5 — 8,5
η Coronae	15 18 12	30 43	186,6	0,82	5 — 5
26 Draconis	17 33 44	61 58	130,1	0,95	4,7 — 11
β Capricorni	20 14 2	— 15 10	109,6	0,83	6 — 9
ψ Andromedae	23 41 35	+ 46 10	243,4	0,93	6,3 — 10,2

Auch diese Tabelle ist aber nicht als unfehlbar zu betrachten; denn abgesehen davon, dass sich die Distanz mancher Doppelsterne so stark ändert, dass ein heute im 4-Zöller trennbares Objekt in einem Jahrzehnte vielleicht kaum im Lick-Fernrohre trennbar sein kann, hängt auch sehr viel von den Luftverhältnissen ab. Für unseren 7-Zöller beträgt z. B. die theoretische Trennungsgrenze 0",6, während ich praktisch schon Sterne von 0",4 zu trennen vermochte. Ferner hängt auch von der Grösse der Komponenten sehr viel ab. Sterne, deren Komponenten von weniger als 8. Grösse sind, lassen sich leicht trennen, weil die Beugungsringe ganz oder fast ganz verschwinden. Ein schwacher Begleiter neben einem hellen Stern wird aber selbst bei grösserem Abstände von den Beugungsringen seines Hauptsternes verdeckt werden oder in dessen Lichtglanz verschwinden. Zwei sehr helle Komponenten hingegen werden wieder selbst bei grösserem Abstände als ein länglicher Stern erscheinen, weil sich ihre Beugungsringe überlagern.

Im allgemeinen nimmt man an, dass ein $1\frac{1}{2}$ -Zöller α Geminorum und λ Arietis, ein 2-Zöller ε Hydrae, ein $2\frac{1}{2}$ -Zöller δ Serpentis, ein 3-Zöller die Komponenten von ε Lyrae, α Lyrae, ι Leonis, ein $3\frac{1}{2}$ -Zöller ζ Orionis, λ Orionis, ι Leporis, α Tauri, λ Geminorum, π Arietis, ι Ursae, ein 4-Zöller 57 Cancr, 17 Lyrae, φ Virginis, α Andromedae, ein 5-Zöller δ Cygni, η Orionis, ein 6-Zöller 7 Camelopardalis, ζ Cancr und 52 Arietis getrennt zeigen soll.

Was die Planeten betrifft, so soll auf dem Jupiter ein $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ -Zöller die beiden roten Hauptgürtel, ein 3— $3\frac{1}{2}$ -Zöller die beiden anstossenden Nebengürtel und die Calotten, ein 4-Zöller die wichtigsten hellen und dunklen Flecke, ein 5-Zöller auch die schmalere Streifen, ein 6-Zöller bereits feines Detail zeigen.

2. Beobachtung der Sonne.

Für den Amateur bietet die Beobachtung der Sonne ein ziemlich dankbares Feld, weil hier mit geringen instrumentalen Mitteln sehr Nützliches geschaffen werden kann.

Unter den verschiedenen Methoden der Beobachtung ist für den Amateur jene durch Projektion die empfehlenswerteste. Sie besteht darin, dass man das Sonnenbild auf einem vor das Okular gehaltenen weissen Schirm aufhängt, und das kann in verschiedener Weise geschehen.

Hat man ein Uhrwerk oder doch wenigstens parallaktische Montirung, so lasse man sich den in Fig. 44 dargestellten Apparat anfertigen, der nicht viel kosten kann. Er besteht aus einem Messingringe, der durch eine Schraube angezogen werden kann (damit er an das Fernrohr fest anschliesst) und auf das Okularende des Fernrohres geschoben wird. Seine beiden Stangen aus Messing, tragen am anderen Ende ein hölzernes Brett, auf welches mit Reissnägeln Blankette befestigt werden, auf die man zeichnet. Diese Blankette bestehen aus weissem Papier auf das ein Kreis gezogen ist, der in lauter kleine Quadrate geteilt ist. Hat z. B. der Kreis einen Durchmesser von 16 Centimetern — was vollauf genügend ist! bei ganz kleinen Instrumenten genügen selbst 10—12 Centimeter — so sollte sein Durchmesser in 20 gleiche Teile (à 8 Millimeter) geteilt werden, so dass er — von den Rändern abgesehen — lauter kleine Quadrate von 8×8 Millimetern Grösse aufweist. Die beiden Mittellinien (Äquator- und Centralmeridian vorstellend) hält man etwas stärker, damit sie abstecken, und ausserdem nummerirt man auf einem Musterblankette die 20 Zwischenräume der Meridiane mit 1—20 und die 20 Zwischenräume der Parallele mit a—u, so dass jedes Quadrat seine bestimmte Bezeichnung hat, mit welcher es im Beobachtungs-Journal genannt werden kann. (Z. B.: »Der gestern in 7 n sichtbar gewesene Fleck 17 ist verschwunden und dafür in 18 k die neue Pore 87 aufgetaucht.«) In eine Ecke zeichne man einen den verhältnismässigen



Fig. 44.
Vorrichtung
zur Sonnen-
projektion.

Durchmesser der Erde versinnlichenden Kreis (dessen Durchmesser also bei einem Sonnenbilde von 16 Centimetern rund $1\frac{1}{2}$ Millimeter betragen müsste); in die andere die fortlaufende Nummer der Zeichnung.

Unten lasse man Platz für folgende Notirungen:

Datum: 189 Stunde: . . .^h . . .^m M.E.Z.

Instrument: Vergrößerung:

Luftzustand: Beobachter:

Alle diese Rubriken müssen sorgfältig ausgefüllt werden, denn eine datumlose Zeichnung hat gar keinen Wert.

Will man nun mittelst Sonnenprojektion beobachten, so befestigt man ein derartiges Blankett auf das Brett, und zwar, wenn das Fernrohr fix und richtig aufgestellt ist, nach der ein für allemal bestimmten Schablone. Andernfalls muss man jedesmal erst die richtige Lage für das Blankett ausfindig machen. Es geschieht dies in der Weise, dass man das Blankett derart befestigt, dass die Sonnenränder sowohl beim ersten Berühren des gezeichneten Kreises als auch beim Austritte aus demselben genau den Äquatorstrich treffen. Zwar liegt der Sonnenäquator nicht im Sinne der täglichen Bewegung, aber wenn an dem Prinzipie festgehalten wird, jede Zeichnung nach letzterer zu orientiren, lässt sich die wahre Lage des Äquators leicht feststellen, besonders wenn man den »Companion to the Observatory« hat, von dem ich auf S. 45 gesprochen.

Hat man ein Uhrwerk, so giebt es nichts leichteres, als das auf das Blankett projizierte Sonnenbild abzuzeichnen, denn alle Flecke und Fackeln werden deutlich sichtbar.*) Man braucht sie also nur dort abzupausen, wo sie auf dem Blankette stehen.

Hat man kein Uhrwerk, so verfährt man am besten folgendermassen: Man lässt erst das Sonnenbild durch das (richtig aufgespannte) Blankett

*) Richtige Einstellung natürlich vorausgesetzt! Diese erreicht man dadurch, dass man das Okularende des Fernrohres zunächst so weit über die normale Brennweite herauszieht, bis das Sonnenbild auf dem Schirme ganz scharf erscheint; (scharfer Rand, scharfbegrenzte Flecke). Der Apparat Fig. 44 richtet sich daher in der Länge seiner Stangen und in dem Durchmesser des Brettes ganz nach dem Durchmesser des Blanketts. Bevor man ihn also bestellt, muss man das scharfe Sonnenbild auf einem Schirme auffangen und dessen Abstand von dem Ringe am Okularende messen, mit dem der Apparat daran befestigt ist. Hat man aber gefunden, wie weit der Okulartrieb ausgezogen werden muss, bis das Sonnenbild vollkommen scharf erscheint, so hat man noch die Entfernung zu ermitteln, auf welche das auf den Schirm projizierte Sonnenbild genau den Durchmesser des Blankettkreises hat. Denn je nachdem man den Schirm näher oder weiter vom Okular hält, erscheint das Sonnenbild kleiner oder grösser. So kann man ihm z. B. auch einen Durchmesser von 2 Metern geben, aber natürlich wird dann die Definition auch desto schlechter. Am besten überzeugt man sich durch Versuche, in welcher Entfernung das Sonnenbild am schärfsten erscheint, und danach bestimme man erst den Durchmesser des Kreises in den Blanketten. Weil aber der scheinbare Durchmesser der Sonne schwankt, so richte man es so ein, dass man den Ring am Okularende nach Bedürfnis ein wenig zurück- oder vorschieben kann.

ziehen und merkt sich dabei, durch welche Parallel-Reihe (also die horizontalen, dem Äquator parallelen, mit Buchstaben versehenen Reihen) der betreffende Fleck zieht, dessen genaue Lage man feststellen will. Dann lässt man das Sonnenbild nochmals durch das Blankett ziehen, indem man mit einer Sekunden zeigenden Uhr notirt, zu welcher Zeit die beiden Kontakte der Sonnenränder, sowie jene der Fleckränder stattfanden. (Also 1. die Zeit, da das Sonnenbild den Kreis berührte; 2. die Zeit, da das Sonnenbild den ersten Rand des Fleckes erreichte; 3. die Zeit, da es den zweiten Rand des Fleckes erreichte; 4. die Zeit, da das Sonnenbild den zweiten Kreisrand erreichte — also sich mit dem Kreise vollständig deckte; 5. die Zeit, da der nachfolgende Sonnenrand den ersten Rand des Fleckes erreichte; 6. die Zeit, da er den zweiten Rand des Fleckes erreichte; 7. die Zeit, da er den Kreis gänzlich verliess.)

Um den genauen Ort des Fleckes und dessen Durchmesser graphisch darzustellen, berechnet man zuerst die Zeit, welche zwischen den Notirungen 1—7 verflossen ist, und halbiert sie. Jetzt weiss man, wie lange das Sonnenbild brauchte, um den ganzen Kreis zu durchziehen. Dann dividirt man diese Zeit durch 20 und hat damit die Zeitdauer des Vorüberganges durch ein Quadrat. Dann addirt man zu dem Zeitintervall zwischen 1 und 2 das Zeitintervall zwischen 4 und 5 und nimmt davon die Hälfte; letztere dividirt man durch die Zeitdauer des Sonnendurchganges durch ein Quadrat und hat damit den Platz gefunden, an welchem der eine Rand des Fleckes liegt. Den anderen Rand bestimmt man auf gleiche Weise.

Nehmen wir z. B. an, man habe die 7 Kontakte folgendermassen notirt:

1 = 10 ^h 12 ^m 0 ^s	4 = 10 ^h 14 ^m 0 ^s	7 = 10 ^h 16 ^m 0 ^s
2 = 30	5 = 20	
3 = 33	6 = 23	

Der ganze Durchgang dauerte also 2 Minuten, weil das Intervall zwischen 1 und 7 genau 4 Minuten ausmacht, und 6 Sekunden für jedes Quadrat. Das Intervall zwischen 1 und 2 beträgt 30 Sekunden, jenes zwischen 4 und 5 20 Sekunden, zusammen 50 Sekunden, also dessen Hälfte 25 Sekunden, was durch 6 dividirt $4\frac{1}{6}$ giebt. Hat jedes Quadrat 8 Millimeter Durchmesser, so wissen wir also zunächst, dass der erste Rand des Fleckes in jenem Meridian liegt, der $4\frac{1}{6} \times 8 = 33\frac{1}{3}$ Millimeter vom rechten Rande des Kreises (auf dem Äquator gemessen) entfernt ist. Ebenso bestimmen wir den zweiten Rand, der $37\frac{1}{3}$ Millimeter weit entfernt ist, so dass der Fleck genau den Durchmesser von 4 Millimetern, also eines halben Quadrates hat. Nachdem wir schon vorher durch Augenschein festgestellt haben, in welchem Parallelkreise der Fleck lag, hat es keine Schwierigkeit, seine Lage genau einzuzichnen.

Zu diesen Sonnen-Projektionen nimmt man, wenn man ein Uhrwerk hat, jenes Okular, dessen Gesichtsfeld 35' oder darüber besitzt, wenn man aber kein Uhrwerk hat, ein Okular von mindestens 45' Gesichtsfeld.

Um das Sonnenbild schön abstechen zu lassen, soll man dem Objektivende einen runden Schirm aus Pappe von mindestens 50 Centimetern Durch-

messer aufsetzen, der obendrein den Beobachter gegen die Sonnenhitze schützt. Ferner rate ich niemandem, mit mehr als 9 Centimeter Öffnung zu beobachten (also grössere Fernrohre auf 8 Centimeter abblenden), weil sonst die Hitze zu gross wird und auf Objektiv, Okular und Bild verderblich einwirkt. (Ich selbst beobachte die Sonne ausschliesslich am Sucher; wenn anders notwendig, blende ich das Hauptrohr auf 77 Millimeter ab.)

Erwähnt sei noch, dass die Einstellung der Sonne selbstverständlich nicht mit dem Sucher, sondern in der Weise geschieht, dass man das Fernrohr annähernd gegen die Sonne richtet und dann achtet, dass der vom Rohre geworfene Schatten rund wird. Ist er ganz rund, so wird man in ihm sofort den hellen Schein des Sonnenbildes aufblitzen sehen, welches man nun festhalten muss. Den Sucher lasse man während der Beobachtung überhaupt verschlossen, damit nicht etwa durch das kleine Sonnenbild, welches er wirft, ein Rock in Brand gerate, wie dies schon einmal geschehen ist.

Diese Art Beobachtung durch Projektion ist bequem, ohne Gefahr für die Augen (die dabei überdies durch dunkle Brillen geschützt werden können) und für korrektes Zeichnen empfehlenswert. Ein Amateur, der täglich 1 bis 2 Zeichnungen durch Projektion aufnimmt, wird wertvolle Beiträge zur Statistik der Sonnenflecke liefern können, namentlich wenn er seine Zeichnungen alljährlich der Sternwarte Zürich zusendet, deren Direktor Wolfer des verstorbenen Prof. Wolf Sonnenbeobachtungen in rühmlicher Weise fortsetzt.

Will man direkt die Sonne beobachten, so giebt es dafür zwei Wege: entweder mittelst Helioskope, wie auf S. 32 beschrieben, oder mit einfachen Blendgläsern. Ersteres ist entschieden vorzuziehen.

Blendgläser (**grün**, nicht blau, gelb oder rot!) haben den Nachteil, dass sie gern zerspringen, was nicht immer ungefährlich ist. Frau Manora z. B. passirte es einmal, als sie am 3-Zöller die Sonne beobachtete, dass das Blendglas zersprang, und der Sonnenstrahl ihre Augenwimpern versengte, so schnell sie auch das Auge entfernte.

Man vergesse auch nicht, die Sonnenbeobachtungen alle 10 Minuten zu unterbrechen und das Fernrohr wegzudrehen, damit die Linsen sich auskühlen können; sonst verzerrt sich das Bild. Auch vermeide man es, bei feuchtkaltem Wetter die Sonne zu beobachten, weil sich sonst auf der inneren Seite des Objektivs Reif bildet.

Was die Vergrösserungen betrifft, so wird man sich bald überzeugen, dass die Sonne keine starken verträgt. Meist liefern solche von 100 bis 150 fach die schärfsten Bilder. Selbst bei uns kann ich nur selten mehr als 300 fache Vergrösserung auf die Sonne anwenden, obgleich allerdings gelegentlich auch 830 fache Vergrösserung noch brauchbare Bilder gab.

Bei Sonnenbeobachtungen kann man sein Augenmerk entweder den Flecken, Fackeln oder den Protuberanzen zuwenden. Letztere erfordern ein grösseres Spektroskop und eine Ausbildung in der Spektroskopie, wie sie der Amateur nur praktisch an einer astrophysischen Beobachtungen pflegenden Sternwarte erlangen kann.

Was die Beobachtung der Sonnenflecke betrifft, so nehme sich der Amateur die Lohse'schen Zeichnungen in Nr. 13 der »Publikationen des

astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam« zum Muster, wenn er jene zeichnen will. Ebendort findet er auch die nötige Anleitung.

Die Granulation zu zeichnen (welche in Fig. 45 besonders schön hervortritt) erfordert schon Künstlerschaft.

Von Spezialwerken über die Sonne wären für den Amateur interessant: Young, Die Sonne. Leipzig 1883. Mit 84 Abbild. 310 S. 6 Mark.

Fritz, Die Sonne. (Aus dem auf Seite 45 unter 8 erwähnten Buche.)

Sehr nützlich wird den Sonnenbeobachtern auch der »Companion to the Observatory« sein (alljährlich im Dezember für 1 Mark in London ver-

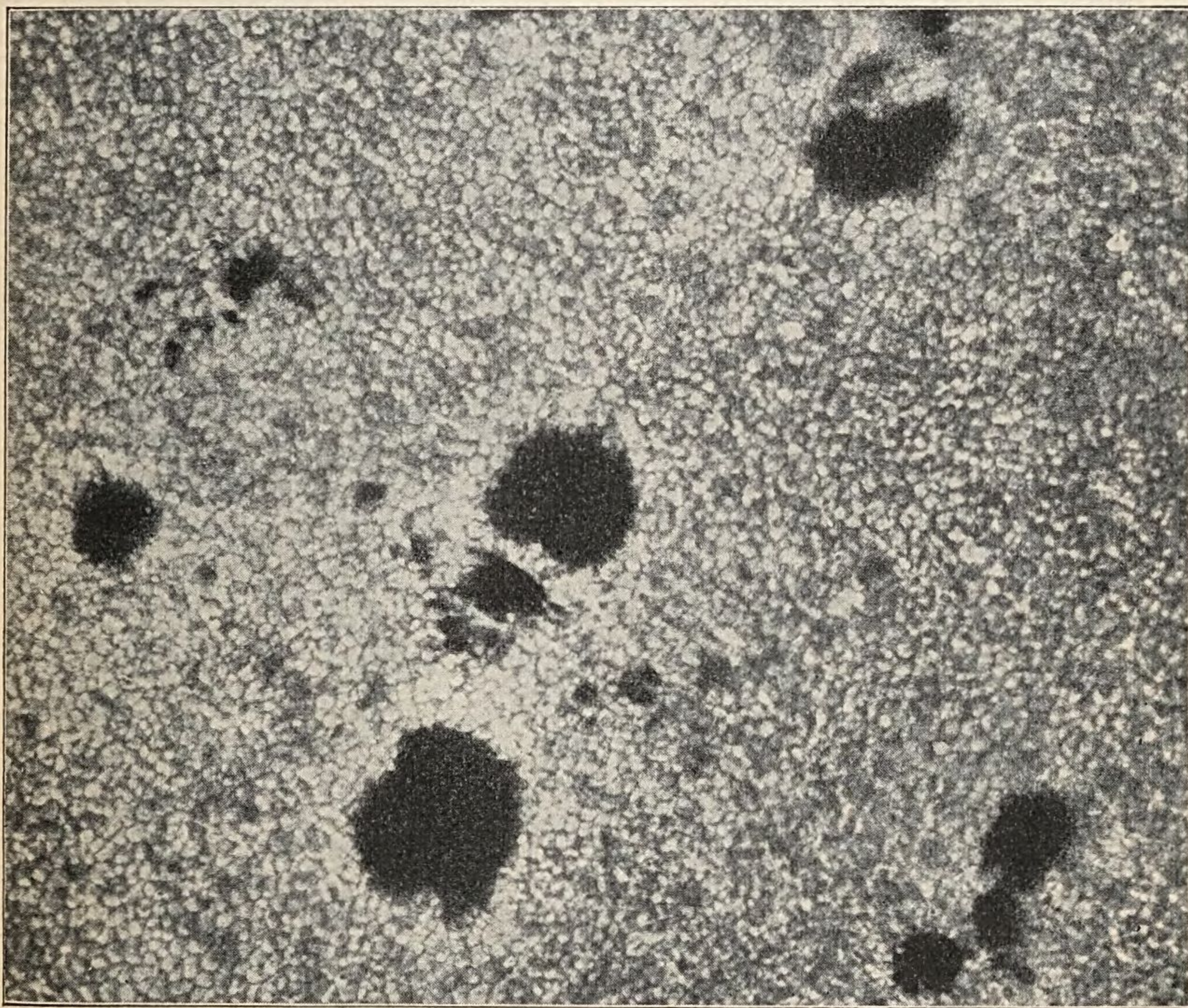


Fig. 45. Sonnenfleckengruppe.

öffentlicht), weil er eine »Ephemeris for physical observations of the Sun« enthält, mit folgenden Rubriken:

P = Positionswinkel der Sonnenaxe; ✓

D = heliographische Breite (β) des Mittelpunktes der Sonnenscheibe; ✓

L = heliographische Länge (λ) des Mittelpunktes der Sonnenscheibe ✓
(= Central-Meridian), wobei eine Rotation von 25,38 Tagen, und als 0-Meridian jener Meridian angenommen ist, der 1854,0 den aufsteigenden Knoten passirte.

Die Ephemeriden (namentlich »Am. Eph.«) enthalten übrigens alle anderen auf die Sonne bezüglichen Daten.

3. Beobachtung des Mondes.

Das dankbarste aller himmlischen Objekte ist für den Amateur entschieden der Mond. Hier kann er selbst noch mit einem 3-Zöller neue Objekte entdecken, wenn er eine jener Gegenden aufs Korn nimmt, die in Schmidt's Karte mangelhaft und auch von anderen Beobachtern vernachlässigt sind. Dies gilt insbesondere von den Randpartien, die man dann bei günstiger Libration beobachten sollte.

Was die Art der Beobachtung betrifft, so möchte ich davor warnen, Zeit und Mühe auf das Zeichnen von Landschaften zu verschwenden, die schon vorher von Anderen besser dargestellt worden sind. Überhaupt finde ich es zwecklos, solche Landschaften zu zeichnen, wenn man nicht die zeichnerische Künstlerschaft eines Weinek oder Krieger besitzt. Ebensowenig kann jemand ernstlich daran denken, auf photographischem Wege den prachtvollen Weinek'schen Mondatlas übertreffen oder auch nur erreichen zu wollen. Ich halte es daher für das Beste — falls man wissenschaftlich Wertvolles erzielen will —, wenn man die Weinek'schen Photographien ans Fernrohr nimmt, nachdem man ihre Umrisse durchpausiert hat, und am Okulare in die Pausen alle Objekte einzeichnet, welche man sieht. Die prächtigen Krieger'schen Zeichnungen sind in gleicher Weise entstanden. Denn die Photographie hat den unleugbaren Vorteil, die Umrisse der Krater und ihre Lage vollkommen naturgetreu wiederzugeben. Es handelt sich also nur darum, jene feinen Objekte nachzutragen, welche die Photographie entweder gar nicht oder nur bei mikroskopischer Untersuchung zeigt.

Die Fauth'schen Mondkarten wären wegen ihres Reichtums an neuen Objekten ebenfalls zur Vorlage am Fernrohre verwendbar, wenn Fauth die Umrisse und die Lage der Krater u. s. w. von Photographien abgenommen hätte. Denn die freie zeichnerische Wiedergabe ist eine ausserordentlich schwierige Aufgabe! Wie ich aber erfahre, hat sich Fauth für seine neuen Mondkarten ebenfalls die Photographie dienstbar gemacht.

Ich selbst nehme entweder Weinek'sche, Fauth'sche oder Krieger'sche Tafeln ans Fernrohr — je nachdem ich es für eine bestimmte Gegend am vorteilhaftesten finde —, und zeichne hinein, was ich neu sehe (oder ändere, was ich anders sehe), und nur wenn über die Gegend keine Spezialaufnahme existirt, zeichne ich direkt in die Schmidt'sche Karte.

Für den Neuling im Beobachten bemerke ich noch, dass oft Krater und Berge, Rillen und Höhenzüge falsch gedeutet werden. Denn je nach der Beleuchtung, Libration und Azimut der Sonne kann ein Krater den Eindruck eines Berges, ein Höhenzug den Eindruck einer Rille machen und umgekehrt. Übrigens merke man auf die Lage des Schattens: ist z. B. die Lichtgrenze rechts (also Mond im ersten Viertel) und sieht man eine in süd-nördlicher Richtung laufende Schattenlinie rechts von einer anstossenden hellen Linie, so hat man es mit einem niederen Höhenzuge, wenn aber der Schatten links, und die helle Linie rechts ist, mit einer Rille zu tun.

In die Einzelheiten der Mondbeobachtungen zu gehen, kann ich mir schon deshalb ersparen, weil es diesbezüglich eine Menge Werke giebt, welche sich der Mondbeobachter ohnehin anschaffen muss; es sind dies folgende:

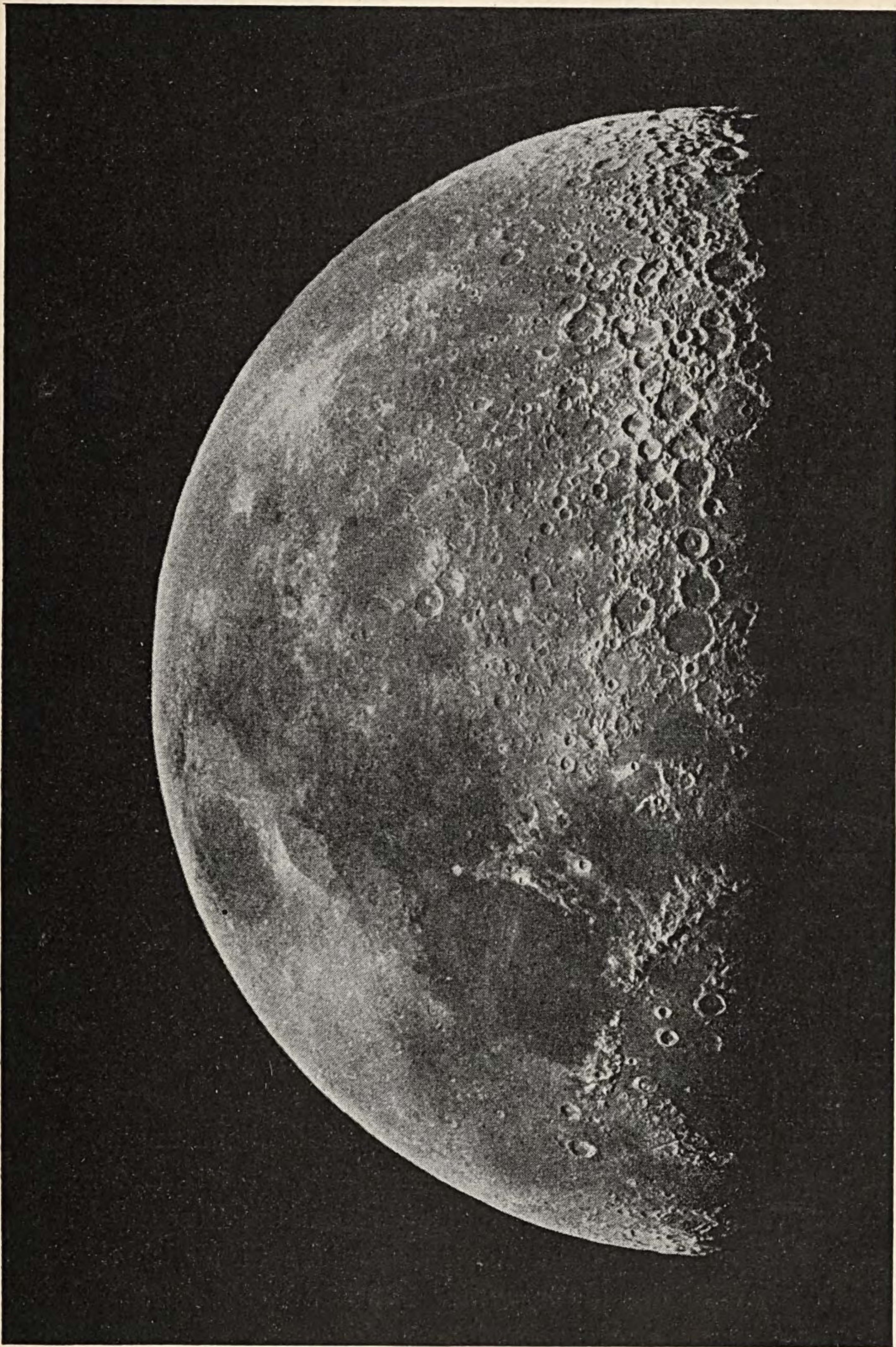


Fig. 46. Der Mond im ersten Viertel.

1. Mädler, *Mappa selenographica*. Berlin 1835.
2. Mädler, *Der Mond*. Berlin 1837.*)
3. Schmidt, *Charte der Gebirge des Mondes in 25 Blättern*. Berlin 1878.

*) 1839 erschien in Berlin auch ein Auszug aus diesem Werke als »Kurzgefasste Beschreibung des Mondes.«

4. Schmidt, Erläuterungsband zur Charte. Berlin 1878.
5. Neison, Der Mond; 2. Aufl. Mit Atlas von 26 Karten und 5 Tafeln. Braunschweig 1881.
6. Nasmyth-Carpenter, Der Mond. Hamburg 1882. Mit vielen Tafeln. (Im Buchhandel vergriffen.)
7. Lohrmann, Mondkarte in 25 Sektionen und 2 Erläuterungstafeln. Leipzig 1892.
8. Fauth, Astronomische Beobachtungen und Resultate aus den Jahren 1890—1891. Kaiserslautern 1893.
9. Fauth, Neue Beiträge zur Begründung einer modernen Selenographie und Selenologie. Mit Atlas von 25 Spezialkarten des Mondes. Kaiserslautern 1895.

10. Krieger, Mondatlas. Band I. Triest 1898. (Mit 29 prachtvollen Tafeln elegant gebunden nur 12 Mark pro Band!) Vollständig in 8 Bänden.

Von diesen 10 Werken brauchen die Besitzer kleiner Fernrohre unbedingt 1, 2 und 5; jene von 4-Zöllern und 5-Zöllern auch noch 3 und 4; jene von 6-Zöllern 8, 9, 10, während 6 und 7 entbehrlich sind.

Im Erscheinen begriffen sind ferner drei photographische Mond-Atlanten:

1. Jener von Weinek, der 200, bzw. 400 Tafeln umfassen soll, und von dem jedes Heft à 20 Tafeln 10 fl. kostet. Das Format ist bequem, die Reproduktion tadellos und in sehr grossem Massstabe; anerkannt die besten Mondvergrösserungen.

2. Jener von Löwy und Puiseux, von dem jedes Heft à 6 Tafeln 30 Francs kostet. Die Tafeln sind von wunderbarer plastischer Wirkung, jedoch von höchst unhandlichem Format und auch die Vergrösserung kleiner als die Weinek'sche. Fig. 46 ist eine Verkleinerung der Übersichtskarte des 1. Heftes.

3. Jener der Lick-Sternwarte, den ich nicht aus Anschauung kenne, der jedoch weit hinter den vorigen zurückstehen soll. Auch ist die Vergrösserung nur eine geringe.

Auch Fauth plant die Herausgabe eines Mondatlas, der jedoch nur aus Spezialkarten bestehen soll.

Die Veröffentlichung meiner eigenen Mondbeobachtungen, die namentlich wegen der grossen Zahl neuer Rillen (346) bemerkenswert wären, ist für die nächste Zeit geplant. Auch dürften sich die Leser für meine »Veränderungen auf dem Monde« interessieren, welche in Nr. 2 des Jahrganges 1895 und in Nr. 43 des Jahrganges 1896 der »Naturwissenschaftlichen Wochenschrift« (Berlin) erschienen.

Der bereits erwähnte »Companion to the Observatory« enthält für jeden Tag die Länge (λ) der Lichtgrenze für Greenwich **Mitternacht** und verschiedene andere Daten, die aber in den Ephemeriden noch ausführlicher angegeben sind. Bei Aufzeichnung der Beobachtungen in das Journal soll nicht vergessen werden anzumerken: Lichtgrenze und Mondalter; erstere kann dem »Companion« entnommen und in Graden ausgedrückt werden, oder direkt durch Beobachtung (z. B. »Lgr. am Ostwall des Kopernikus«); das Mondalter ist (nebst allen anderen nötigen Daten) in den Ephemeriden angegeben.

4. Beobachtung der Planeten.

Nach Sonne und Mond am dankbarsten sind für den Amateur die Planeten; namentlich die beiden grössten.

a) Beobachtung des Jupiter.

Die fortwährenden Veränderungen an der Oberfläche des Jupiter machen nicht nur seine Beobachtung sehr interessant, sondern auch jede gute Zeichnung wertvoll. Allerdings können kleine Fernrohre nicht das zeigen, was z. B. die Refraktoren von Lussinpiccolo und Landstuhl enthüllen, aber immer bleibt noch den Amateuren ein reiches Arbeitsfeld offen.

Will man eine Zeichnung vom Jupiter anfertigen, so wähle man zunächst — wie immer — das am schärfsten zeigende Okular zur Beobachtung, was man durch Ausprobieren bald findet. Dann nehme man ein bereits vorgedrucktes, die Jupiter-Ellipse vorstellendes Zeichenblankett zur Hand, in das oben links der Central-Meridian, rechts die fortlaufende Nummer, unten das Datum, Luftzustand, Vergrösserung, Durchmesser, Instrument und Name des Beobachters gesetzt werden, so wie man dies bei meiner Zeichnung Fig. 48 sieht.

Bevor man aber die eigentliche Zeichnung beginnt, heisst es, die Lage der Streifen und ihre Breite möglichst genau in dem Blankette zu markieren. (Wer Mikrometer hat, tut am besten, sie zu messen — wie ich es stets mache — wozu aber ein ausgezeichnetes Instrument und ein vollkommen

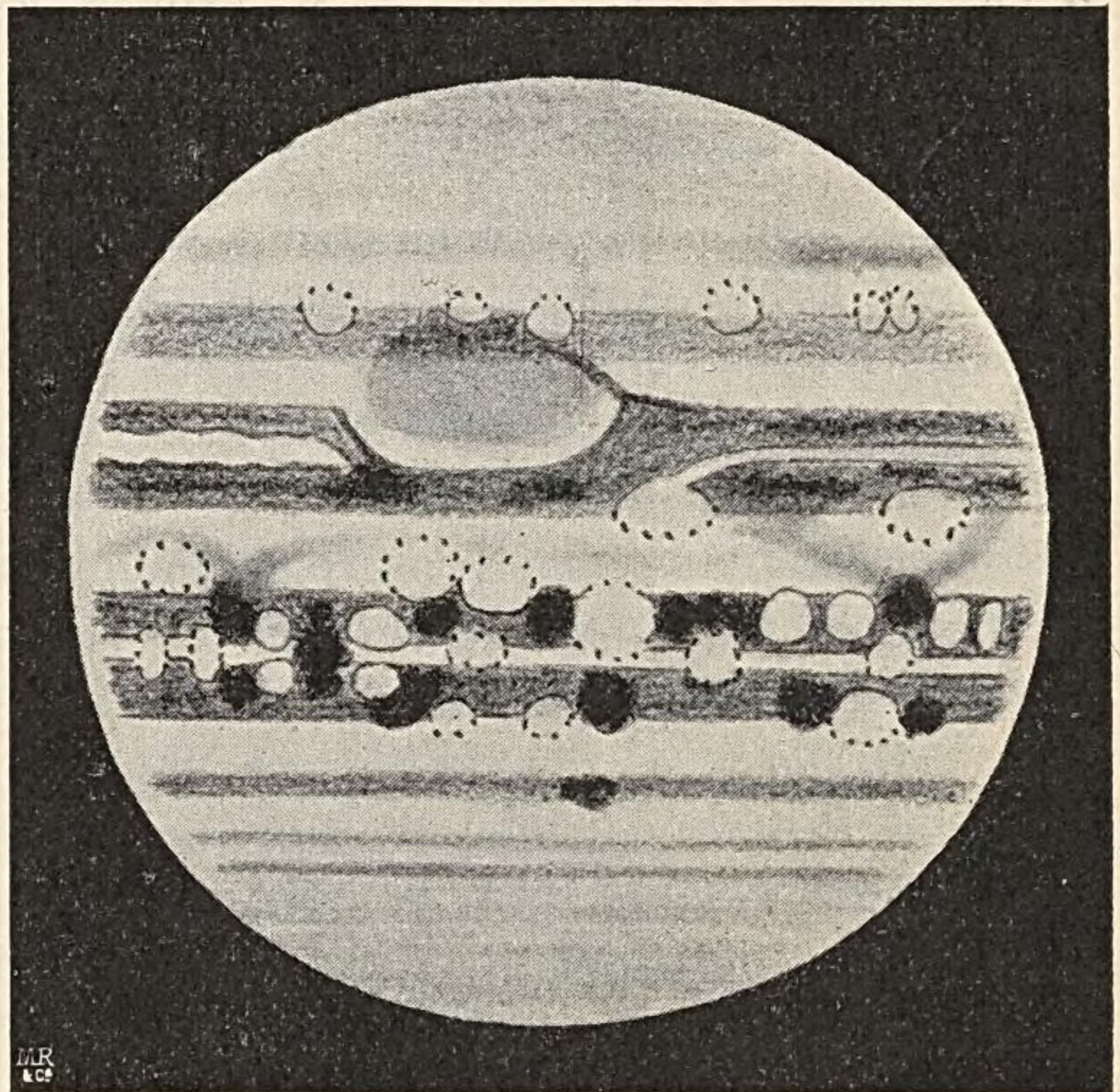
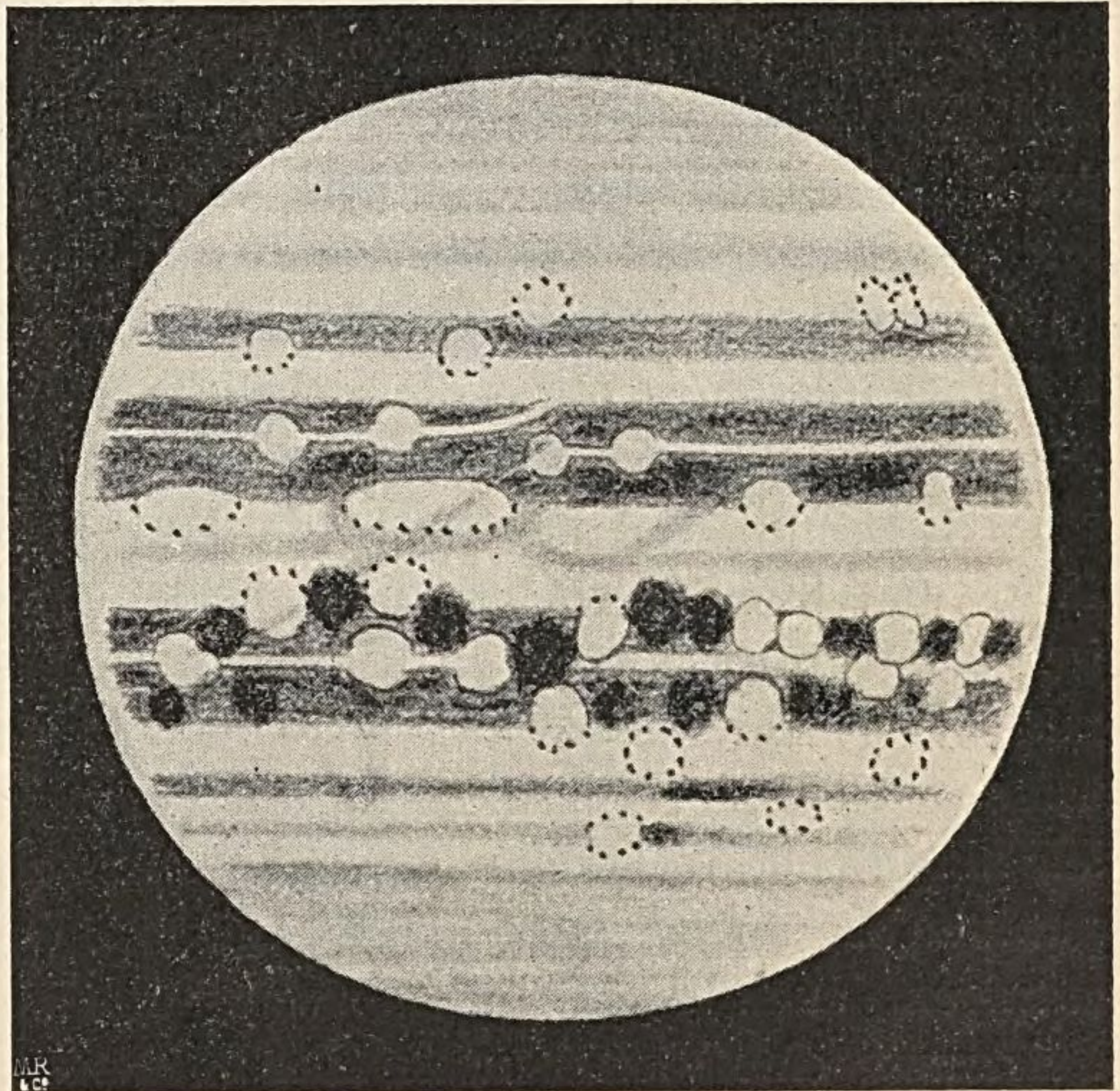


Fig. 47. Jupiter am 24. Februar 1897.

$\lambda = 223^0$

Nr. 166.



1897. 22. März 9^h 55 m. L. = 1. V. = 242. D. = 41''49
Instrument: 7-Zöller. Beobachter: Brenner.

Fig. 48.

ruhiges Bild gehören.) Dies geschieht zunächst durch Abschätzen der Lage der Hauptstreifen. Wäre z. B. Fig. 48 das Bild Jupiters im Fernrohre, das ich ohne Messungen zeichnen wollte, so würde ich mir sagen: »der obere Rand des oberen Hauptstreifens und der untere Rand des unteren Hauptstreifens schliessen einen Raum ein, der beiläufig ein Drittel der Scheibe ausmacht und so breit ist, wie der Raum oberhalb bis zum Rande; der Teil unterhalb bis zum Rande ist jedoch etwas weniger breit; folglich muss ich in der Zeichnung nach Augenmass die Ellipse in drei Teile teilen, dem unteren etwas wegnehmen und dieses gleichmässig unter die beiden oberen Drittel verteilen.« Auf diese Weise habe ich also einen Anhaltspunkt gewonnen, und ich kombiniere weiter: »Der mittlere helle Streif ist der kleinste im mittleren Drittel, dann folgt der obere Hauptstreifen, und der untere ist der grösste; folglich muss ich, nachdem ich das mittlere Drittel der Scheibe ebenfalls in drei gleiche Teile geteilt habe, dessen untersten Teil auf Kosten des mittleren vergrössern, während der oberste bleibt.« Nun habe ich die drei mittleren Hauptstreifen festgelegt und bestimme die schmalen Streifen des untersten Drittels folgendermassen: »Von den drei dunkleren Streifen liegt der unterste augenscheinlich in der Mitte; wenn ich ihn eingezeichnet habe, sehe ich, dass in die Mitte des Raumes über ihn der untere Rand des breiteren Streifens kommt, während der dritte schmale Streif im Drittel des nunmehr verbleibenden Raumes liegt.« So habe ich also auch die Streifen im unteren Drittel der Scheibe richtig eingezeichnet und verfare in ähnlicher Weise mit dem obersten Drittel. Dann schattire ich die dunklen Streifen leicht, um beim Einzeichnen der Flecke Verwechslungen vorzubeugen.

Jetzt erst beginne ich mit der eigentlichen Zeichnung (nachdem ich mich jedoch vorerst durch scharfen Vergleich — rechtes Auge am Okular, linkes Auge auf die Zeichnung gerichtet, so dass ich letztere mit dem Jupiterbild gleichzeitig sehen kann — überzeugt habe, dass die Lage und Breite der Streifen mit dem Originale stimmen), indem ich zunächst das Datum mit der Stunde auf das Blankett setze. Dann suche ich mir einen Fixpunkt im Centrum des Planeten. Mit scharfem Augenmasse begabt — für einen Zeichner allerdings etwas Unerlässliches! — sehe ich sofort, dass die Grenze zwischen dem grossen weissen Fleck und dem angrenzenden dunklen im unteren Hauptgürtel nahezu in die Mitte (also in den »Central-Meridian«) fällt, und trage zunächst diese beiden Flecke ein. Dann aber zeichne ich sofort den markantesten Fleck am linken Rande der Scheibe (weil dieser zuerst verschwinden wird), um einen Anhaltspunkt dafür zu haben, wo der äusserste linke Fleck zu Beginn der Beobachtung stand. Hierauf zeichne ich in gleicher Weise den äussersten rechten Fleck. Mit diesen drei Fixpunkten ist es mir jetzt leicht, die richtige Lage der übrigen Flecke einzutragen, auch wenn infolge von Fülle am Detail die Fertigstellung der Zeichnung eine Viertelstunde oder länger dauern sollte. Denn sofort beginne ich zu peilen und Abstände zu schätzen. Letzteres geschieht z. B. in der Weise, dass ich mir sage, »die drei dicht übereinander liegenden dunklen

Flecke im unteren Hauptgürtel befinden sich gerade in der Mitte zwischen dem linken Rande und dem grossen weissen Centrumsflecke« u. s. f., wobei ich immer zuerst jene Flecke eintrage, die in der Mitte, auf ein Drittel oder ein Viertel gewisser Entfernungen stehen. Das Peilen wieder besteht darin, dass ich mir z. B. sage: »wenn ich eine gerade Linie vom Fleck a zum Fleck b ziehe, so trifft ihre Verlängerung den Fleck c«; oder: »in der Mitte einer vom Fleck d zum Fleck e gezogenen geraden Linie liegt der Fleck f« u. s. f.

Wenn der Leser auf diese Weise vorgeht, so kann er sicher sein, die Lage der Flecke richtig einzutragen. Ebenso bietet ihm für die Durchmesserbestimmung der Flecke die Breite der einzelnen Streifen einen willkommenen Massstab.

Natürlich darf der Anfänger nicht erwarten, sogleich Brauchbares zu liefern, denn auch in der Astronomie macht nur Übung den Meister; und speziell was Planetenbeobachtung betrifft, darf nur derjenige auf Erfolg rechnen, welcher einen bestimmten Planeten fortwährend beobachtet. Leute, die nur ab und zu einen Blick auf ihn werfen, werden gar nie etwas Nennenswerthes leisten.

Bemerkt sei noch, dass das matte Gebilde in der Bai, welche vom oberen Rande des oberen Hauptstreifens gebildet wird, der berühmte »Grosse Rote Fleck« ist, von dessen Mitte die Zählung des Central-Meridians beginnt. Die beiden scharfen Ecken, welche der Hauptgürtel vor und hinter dem Grossen Roten Fleck bildet, heissen die »Schultern«, und zwar die rechte und die linke. Die schmalen weissen Risse in den Hauptstreifen nennt man auch »Rifts«, und die Streifen selbst haben folgende Namen, welche, unten beginnend, kurz mit den Abkürzungen in Fig. 49 bezeichnet werden:

N. P. Z. = North Polar Zone = Nordpolarzone.

N. P. B. = North Polar Band = Nordpolarband.

N. N. A. Z. = N. North Arctical Zone = N. nördl. arktische Zone.

N. N. A. B. = N. North Arctical Band = N. nördl. arktisches Band.

N. A. Z. = North Arctical Zone = Nordarktische Zone.

N. A. B. = North Arctical Band = Nordarktisches Band.

N. N. T. Z. = N. North Temperate Zone = N. nördl. gemässigte Zone.

N. N. T. B. = N. North Temperate Band = N. nördl. gemässigttes Band.

N. T. Z. = North Temperate Zone = Nördl. gemässigte Zone.

N. T. B. = North Temperate Band = Nördl. gemässigttes Band.

N. Tr. Z. = North Tropical Zone = Nördl. tropische Zone.

N. E. B. = North Equatorial Belt = Nördl. Äquatoreal-Gürtel.

N. E. Z. = North Equatorial Zone = Nördl. Äquatoreal-Zone.

E. B. = Equatorial Band = Äquatoreal-Band.

S. E. Z. = South Equatorial Zone = Südl. Äquatoreal-Zone.

S. E. B. = South Equatorial Belt = Südl. Äquatoreal-Gürtel.

S. Tr. Z. = South Tropical Zone = Südl. tropische Zone.

S. T. B. = South Temperate Band = Südl. gemässigttes Band.

S. T. Z. = South Temperate Zone = Südl. gemässigte Zone.

S. S. T. B. = S. South Temperate Band = S. südl. gemässigttes Band.

in Rechnung zieht, so ergibt sich daraus, dass ich bisher 31 Streifen gesehen habe.*) Allein die Streifen S.P.B., S.S.A.Z., S.S.A.B., S.A.Z., S.A.B., N.P.B., N.N.A.Z., N.N.A.B., N.A.Z. und N.A.B., welche selbst bei uns nur ausnahmsweise zu sehen sind, dürften selbst in den grössten Rohren des Kontinents schwerlich sichtbar werden.

Nach beendeter Zeichnung schreibt man auf diese den Luftzustand, die angewendete Vergrösserung, den Durchmesser und den Central-Meridian. Die beiden letzteren entnimmt man am besten den Ephemeriden, welche jetzt Crommelin veröffentlicht. Eine solche Ephemeride enthält folgende Rubriken:

P = Positionswinkel der Jupiter-Axe.

L — O + 180° = die jovicentrische Länge der Erde, gerechnet in der angenommenen Äquatorebene des Jupiter von O, dem Punkte der Frühlingsnachtgleiche der Nordhalbkugel des Jupiter (oder dem Punkte des absteigenden Knotens Ω des Jupiter-Äquators in seiner Bahn).

A — O + 180° = die jovicentrische Länge der Sonne von demselben Punkte aus.

B = jovicentrische Breite der Erde über dem Äquator.

B = ebenso jene der Sonne.

2a = Äquatorealdurchmesser.

Defect = Grösse der Phase.

2b = Polardurchmesser.

m = Helligkeit in Sterngrössen. (Stern 1. Grösse = 1.)

I = Central-Meridian (λ) nach System I.

II = » » » » » II.

Corr. = Korrektion für Phase.

Light-time = Lichtzeit.

Dazu bemerke ich folgendes:

P braucht der Beobachter, wenn er das Mikrometer richtig einstellen will, weil er dessen Fäden in den angegebenen Positionswinkel bringen muss.

B braucht er zur Korrektion der Messungen der Breite (β) der Streifen, denn der betreffende Wert zeigt ihm die Neigung des Planeten gegen die Erde.

2a und 2b braucht er zum Eintragen in das Blankett — auch wenn er selbst misst —, und zwar muss er für die Stunde der Beobachtung interpoliren, weil jene Werte nur für den mittleren Greenwicher Mittag gelten.

I braucht er nicht; dieses System bezieht sich auf einen hellen Fleck, der einmal vor Jahren vorhanden war und ziemlich gleichmässige Bewegung von 877°,90 in 24 Stunden hatte. Jetzt rechnet man allgemein nach II, d. h. jenem System, das sich auf die Rotation des grossen roten Fleckes bezieht, die mit 870°,27 (in 24 Stunden) angenommen wird. Aus Messungen der rechten Schulter habe ich nachgewiesen (A. N. 3444), dass dieser Wert einer Korrektion von + 0°,0254 bedarf, indem die Rotation richtig 870°,2954 beträgt; Marth wollte auch meine neuen Werte seinen Ephemeriden zu Grunde legen, allein sein plötzlicher Tod verhinderte ihn daran, und Crommelin

*) Im Mai 1898 sah ich einmal sogar 35 Streifen.

wollte vorläufig keine Verwirrung in die Ephemeriden bringen, da er dann auch meinem Vorschlage gemäss den Null-Meridian nach der rechten Schulter hätte verlegen müssen.

»Corr. for Phase« braucht man bei Mikrometer-Messungen. Wenn man nämlich ihren $+$ Wert zum Central-Meridian dazu addirt (bezw. ihren $-$ Wert davon abzieht), so erhält man die λ (Länge) der vom Faden geteilten Scheibe.

»Light-time« endlich ist die Zeit, welche das Licht des Jupiter braucht, um zu uns zu gelangen.

Um dem Leser, der die Crommelin'sche Ephemeride nicht hat, die Berechnung der λ zu ermöglichen, gebe ich ihm hier die Angaben derselben für drei Tage, woraus er sich, unter Zugrundelegung einer täglichen Rotation von $870^{\circ},27$, sowie unter Berücksichtigung des in den Anleitungen 32 und 35 des dritten Teiles Gesagten, leicht die jeweilige λ für andere Zeiten selbst berechnen kann.

	P	B	2 a	De- fect	2 b	II (λ)	Corr.	Light- time
	⁰	⁰	"	"	"	⁰	⁰	m
1898. 17. Mai	25,424	— 2,358	41,51	0,25	38,90	133,64	— 0,35	40,13
1898. 2. Juli	25,374	— 2,231	36,35	0,31	34,07	200,92	— 0,49	45,82
1898. 17. Aug.	24,997	— 2,312	32,66	0,14	30,61	263,55	— 0,24	51,00

Um aber dem Leser die Interpolirung bei Benutzung der Ephemeride zu erleichtern, gebe ich ihm nachstehende Tabelle, aus der er sieht, um welchen Betrag die in der Ephemeride für mittleren Greenwicher Mittag gegebene λ zu vermehren ist, wenn er zu einer späteren Stunde beobachtet:

Mi- nuten	Grade	Mi- nuten	Grade	Stun- den	Grade	Stun- den	Grade
1	0,604	13	7,857	1	36,261	13	111,399
2	1,209	14	8,462	2	72,523	14	147,660
3	1,813	15	9,065	3	108,785	15	183,921
4	2,418	20	12,088	4	145,046	16	220,182
5	3,022	25	15,110	5	181,307	17	256,443
6	3,626	30	18,131	6	217,568	18	292,704
7	4,231	35	21,154	7	253,820	19	328,965
8	4,835	40	24,176	8	290,091	20	5,226
9	5,440	45	27,198	9	326,352	21	41,487
10	6,044	50	30,220	10	2,613	22	77,748
11	6,648	55	33,242	11	38,874	23	114,009
12	7,253			12	75,135	24	150,270

Beispiel. Man wolle wissen, welche λ eine am 18. Mai $14^h 13^m$ M.E.Z. aufgenommene Zeichnung erhalten solle.

Aus der Ephemeride ersehen wir, dass am 17. Mai 0^h G.M.T. die $\lambda = 133^{\circ},64$ war. M.E.Z. (Mittleuropäische Zeit) ist gegen Greenwich um eine Stunde vor, also bezieht sich unsere Zeichnung auf $13^h 13^m$ G.M.T. Wir setzen nun an:

$$\begin{array}{rcl}
 \lambda \text{ am 17. Mai } 0^h & = & 133^{\circ},64 \\
 \text{dazu 24 Stunden} & = & 150^{\circ},27 \\
 \text{» 13 »} & = & 111^{\circ},40 \\
 \text{» 13 Minuten} & = & 7^{\circ},86 \\
 \hline
 & & 403^{\circ},17 \\
 & & \text{ab } 360 \\
 \hline
 \text{also } \lambda & = & 43^{\circ},17
 \end{array}$$

Hat der Amateur eine Anzahl Zeichnungen gemacht, die sich aneinander anschliessen, und deren äusserster Zeitabstand höchstens drei Tage beträgt, so mag er daraus eine Karte der Jupiter-Oberfläche zusammenstellen, wie jene in Fig. 50 und 51. Wenn eine solche Karte aber Wert besitzen soll, muss sie folgende Eigenschaften haben: der Beobachter muss die Zeichnungen in Intervallen von höchstens $1\frac{1}{2}$ Stunden (am besten $\frac{3}{4}$ oder einer Stunde) aufgenommen haben; es darf keine grössere Lücke dazwischen sein; er muss die Position eines jeden einzelnen Fleckes **genau** bestimmt haben (siehe Anleitung 36 im dritten Teile); wo derselbe Fleck auf mehreren Zeichnungen erscheint, verdient jene Zeichnung das meiste Vertrauen, auf welcher der Fleck am nächsten zum Mittelpunkte der Scheibe steht; andernfalls nehme man das Mittel von abweichenden Positionen; die λ der einzelnen Zeichnungen muss genau berechnet gewesen sein.

Jupiter-Beobachter brauchen unbedingt folgende drei Werke:

Brenner: Jupiter-Beobachtungen an der Manora-Sternwarte 1895—96. Mit acht chromolithographirten Tafeln, 15 Karten der Oberfläche und 15 Zeichnungen enthaltend. (Separatabdruck aus den »Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften«. Wien 1897, Carl Gerold & Co. Preis fl. 3,80.)

Stanley Williams: Zenographical Fragments. London 1889. Mit acht Tafeln.

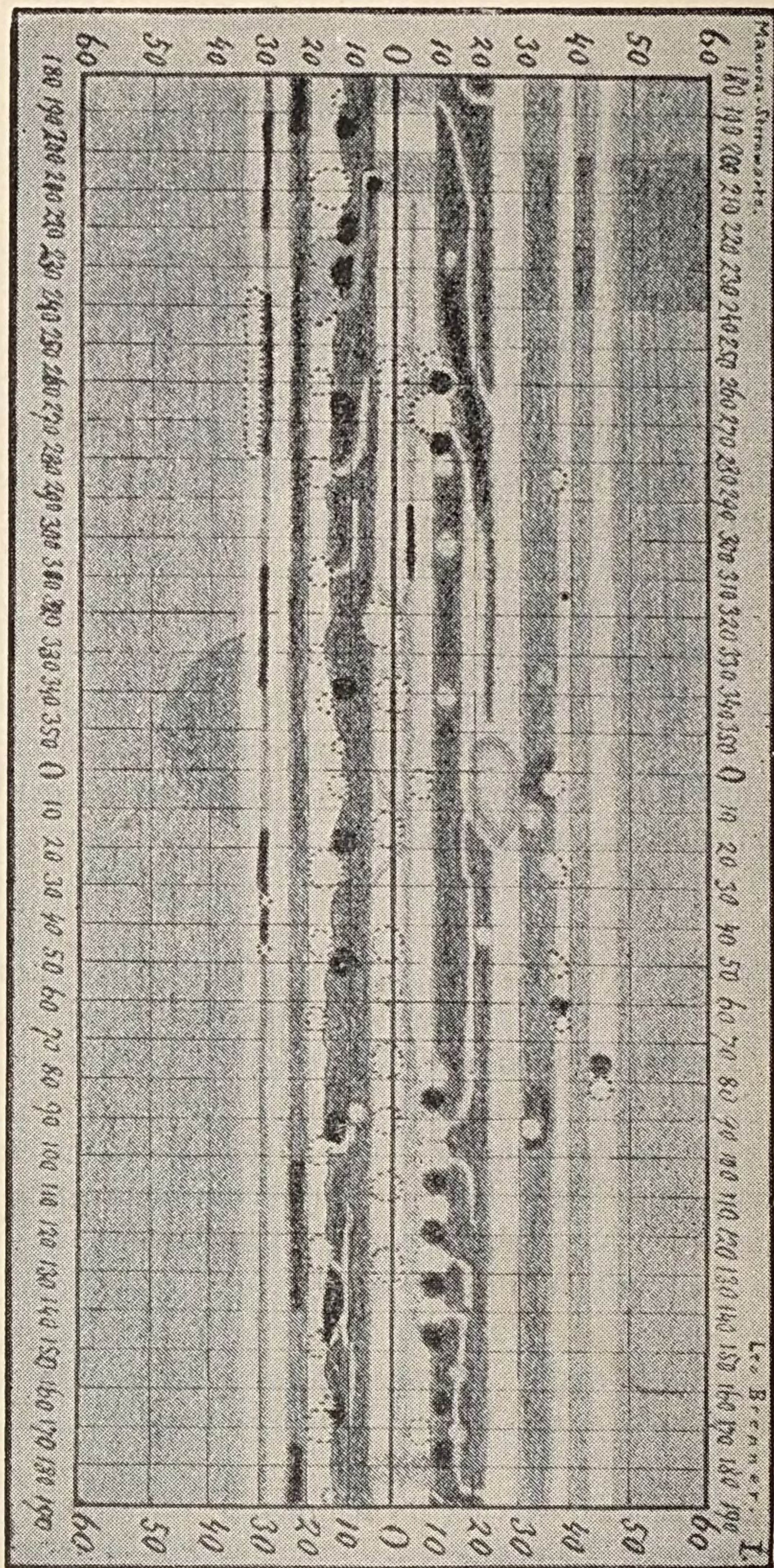
Fauth: Beobachtungen der Planeten Jupiter und Mars 1896—97. Kaiserslautern 1898. Mit zehn Tafeln. *)

Die Satelliten des Jupiter können für den Amateur höchstens insofern ein Beobachtungsobjekt bilden, als er die Reihenfolge ihrer jeweiligen Helligkeit notirt (welche Schwankungen unterworfen ist) oder durch Beobachtung des Zeitpunktes ihrer Verfinsterungen und Bedeckungen. Dazu bedarf es aber einer Uhr, die auf die Sekunde genau zeigt; sonst hat die Beobachtung wenig Wert. Grössere Fernrohre können auch zur Beobachtung der Trabanten-Vorübergänge vor der Jupiter-Scheibe benutzt

*) Es ist schade, dass die fünf Karten dieser prächtigen Publikation ungenau sind, weil der Verfasser die λ seiner Zeichnungen falsch bestimmte, und infolgedessen deren Anschluss nicht stimmen kann. Die Zeichnungen selbst sind aber entschieden reichhaltiger und verlässlicher als diejenigen der übrigen Beobachter. Die wenigen von mir zu gleichen Zeiten aufgenommenen Zeichnungen stimmen recht gut mit den Fauth'schen, und wenn sie mehr Detail zeigen, so erklärt sich dies ganz natürlich aus den hiesigen Luftverhältnissen, unserem Fernrohre, meiner grösseren Übung und meinem Gebrauche eines Mikrometers.

werden, wobei genau zu notiren ist, welche Helligkeitsunterschiede sich dabei zeigen, und zu welcher Zeit. Denn oft verschwinden die Trabanten, oder sie treten hell ein und werden später grau, fast schwarz. Bei vollkommen ruhiger Luft können Besitzer von Fernrohren von mehr als 6" auch darauf achten, ob sie die Satelliten rund oder länglich sehen.

Fig. 50. Karte der Jupiter-Oberfläche am 27. Januar 1895.



Zur Identifizierung der Satelliten bedient man sich der Ephemeriden (es genügt auch der »Companion«), von denen namentlich die »Am. Eph.« sehr reichhaltig ist. Sie enthält, **graphisch** dargestellt, die der jeweiligen Neigung entsprechenden scheinbaren Bahnen der Satelliten, die Orte ihres Verschwindens (d) im Schatten des Jupiter und ihres Wiederauftauchens (r) aus

demselben, sowie ihrer Stellungen und der Richtung ihres Laufes zu einer bestimmten Stunde jeder Nacht.*) Ferner, tabellarisch, die Zeit ihrer oberen geocentrischen Konjunktion und aller ihrer Phänomene, wobei folgende konventionelle Zeichen gebraucht werden:

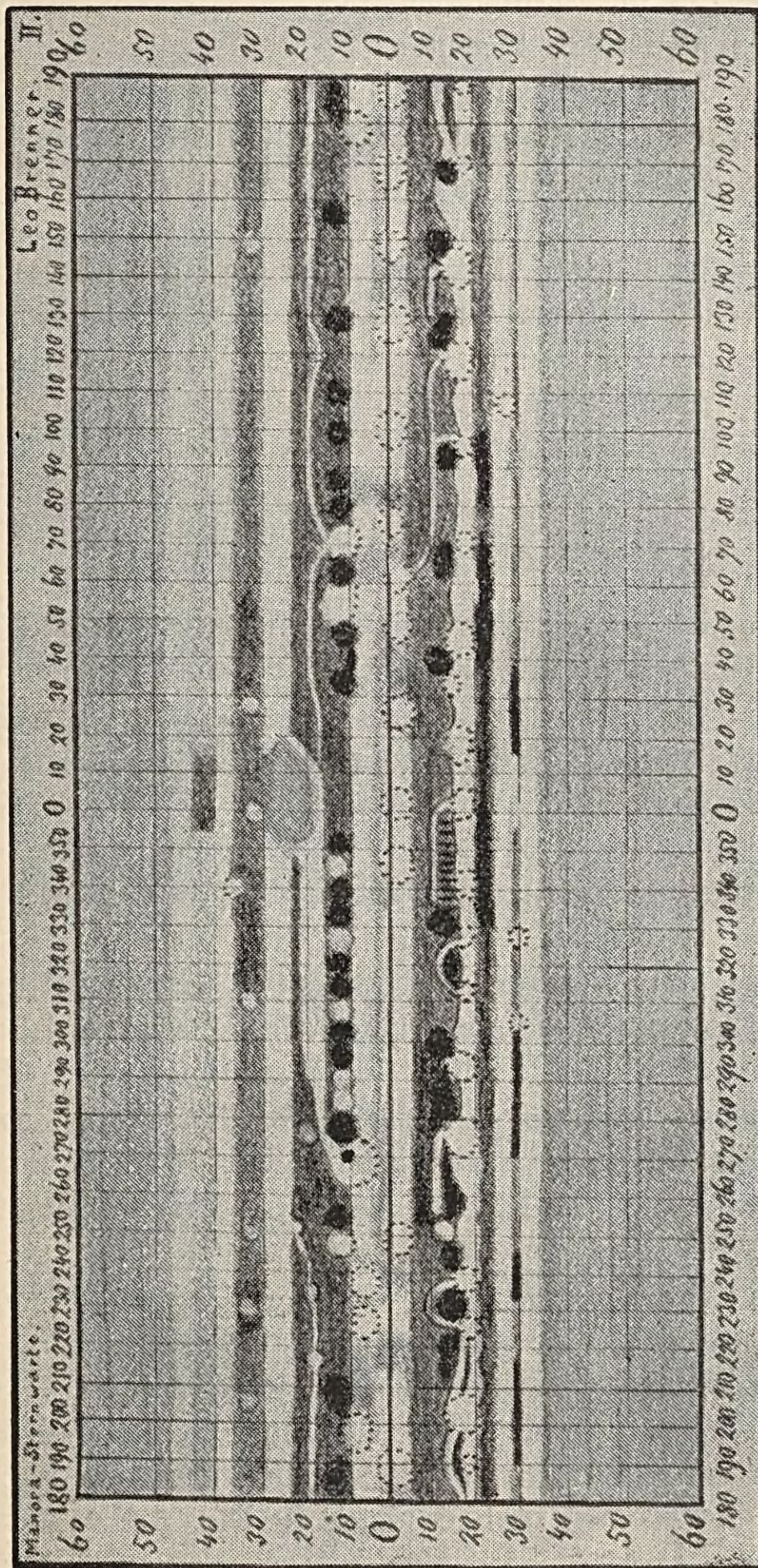


Fig. 51. Karte der Jupiter-Oberfläche am 17. März 1895.

I = Ingress, d. h. Eintritt auf die Jupiter-Scheibe,
 E = Egress, d. h. Austritt aus der Jupiter-Scheibe,
 D = Disappearance, d. h. Verschwinden im Schatten,

*) Sämtliche Zeitangaben für diese Satelliten beziehen sich in der »Am. Eph.« auf Washingtoner Zeit, die gegen M.E.Z. um 6^h 8^m 12^s zurück ist.

R = Reappearance, d. h. Auftauchen aus dem Schatten,
 Ec = Eclipse, d. h. Verfinsterung des Satelliten,
 Oc = Occultation, d. h. Bedeckung des Satelliten durch Jupiter,
 T = Transit, d. h. Vorübergang des Satelliten vor Jupiter,
 Sh = Shadow, d. h. Vorübergang des Satelliten-Schattens auf Jupiter.

Es würden also z. B. bedeuten:

- II. T. I. = der II. Satellit tritt in die Jupiter-Scheibe ein;
- III. Sh. E. = der Schatten des III. Satelliten verlässt die Jupiter-Scheibe;
- I. Oc. D. = der I. Satellit verschwindet hinter der Jupiter-Scheibe;
- II. Oc. R. = der II. Satellit taucht hinter der Jupiter-Scheibe wieder auf;
- IV. Ec. D. = der IV. Satellit verschwindet im Schatten des Jupiter;
- III. Ec. R. = der III. Satellit taucht aus dem Schatten des Jupiter wieder auf;
- I. Sh. I. = der Schatten des I. Satelliten tritt in die Jupiter-Scheibe ein.

b) Beobachtung des Saturn.

Nach dem Jupiter ist für die Besitzer kleinerer Rohre der Saturn das interessanteste Objekt. Um ihn zu zeichnen, muss man die Durchmesser seiner Ringaxen, sowie seiner Kugel den Ephemeriden entnehmen und sich danach eine diesen Verhältnissen angepasste Ellipse konstruieren, welche, aus Karton ausgeschnitten und auf Zeichenpapier gelegt, zum Vervielfältigen der Ellipsenform dient.

In diese letztere zeichnet man sodann nach Augenmass zunächst den Ring ein und dann das Detail der Kugel. Das Verfahren ist dabei ähnlich jenem beim Jupiter. Man achte auf etwaige Flecke der Kugel, die sich jedoch lange nicht so scharf wie auf Jupiter zeigen, sondern meistens nur als Helligkeitsunterschiede erscheinen, die nur ein sehr geübtes Auge erfassen kann. Deshalb erwarte man ja nicht, die Flecke so deutlich zu sehen, wie sie in Fig. 52 und 53 dargestellt sind. (Schon zum Zwecke der Reproduktion muss man die Flecke stets intensiver darstellen, als man sie gesehen hat!)

Die Streifen der Kugel haben folgende Namen, deren Abkürzung und Bedeutung dieselbe ist, wie auf Seite 71 und 72:

- N. P. Z. = die dunkle Kalotte in Fig. 52 und 53;
- N. T. Z. = die anstossende helle Zone in Fig. 52 und 53;
- N. T. B. = das » dunkle schmale Band in Fig. 52;
- N. Tr. Z. = die » helle Zone in Fig. 52;
- N. E. B. = der breite dunkle Gürtel in Fig. 52 und 53;
- N. E. Z. = die anstossende helle Zone in Fig. 52 und 53;
- E. B. = der » schmale dunkle Streif in Fig. 52 und 53;
- S. E. Z. = die » helle Zone in Fig. 52 und 53;
- S. P. Z. = das kleine Stückchen Kalotte, das man in Fig. 52 über den Ring hervorragen sieht.

Die Ringe und Teilungen sind folgendermassen benannt (siehe Fig. 53):

A = äusserer Ring; in ihm zwei Teilungen:

Encke-Teilung (die äussere.)

Brenner-Teilung (die innere).

Dann kommt eine breite Spalte,

Cassini-Spalte genannt, welche die Ringe A und B trennt.

B = mittlerer Ring; in ihm die Teilungen:

Tuttle-Teilung (punktirt).

Antoniadi-Teilung (trennt hell und dunkel).

Dann folgt die breite

Manora-Teilung, welche die Ringe B und C trennt.

C = Innerer oder Crape-Ring; in ihm die

Struve-Teilung.

Ausser diesen Teilungen wurden noch folgende gesehen:

Keeler-Teilung (zwischen Aussenrand und Encke-Teilung).

Bond-Teilung (zwischen Antoniadi- und Manora-Teilung).

Coolidge-Teilungen (mehrere feine Teilungen im Ringe B, hart an die Manora-Teilung grenzend und auch die sogenannte Schäberle-Teilung umfassend.)

Besondere Aufmerksamkeit hat der Beobachter der Form des Schattens der Kugel auf den Ringen zuzuwenden, welche ich stets normal gefunden habe — kleine Abweichungen ausgenommen —, während einige Beobachter behaupten, den Schatten nach auswärts gebogen gesehen zu haben, was mir entschieden unglaublich vorkommt und wahrscheinlich nur auf schlechte Luft zurückzuführen ist.

Ferner achte man darauf, ob die Kugel durch den Crape-Ring durchschimmert.

Was die Satelliten des Saturn betrifft, so bieten sie dem Amateur wenig Interesse. Vier werden schon in $1\frac{1}{2}$ —3-Zöllern gesehen, fünf in $3\frac{1}{2}$ -Zöllern, sechs in 6-Zöllern, Mimas erfordert für gewöhnlich einen 10-Zöller, Hyperion einen 12-Zöller. (Unser Refraktor zeigt allerdings alle acht mit Leichtigkeit.)

Zur schnellen Identifizierung der Satelliten benötigt man entweder den »Companion« oder die »Am. Eph.«, weil diese allein die scheinbaren Bahnen derselben graphisch darstellen und dann tabellarisch jene Angaben folgen lassen, aus denen man die momentane Stellung jedes Satelliten leicht berechnen kann.

Die dabei vorkommenden Zeichen bedeuten:

E = Der Satellit befindet sich in östlicher Elongation;

W = » » » » » westlicher »

I = » » » » » unterer Konjunktion (d. h. südlich — oberhalb — des Planeten);

S = Der Satellit befindet sich in oberer Konjunktion (d. h. nördlich — unterhalb — des Planeten).

Ausserdem enthält die »Am. Eph.« (und auch teilweise der »Companion«) alle nötigen Angaben über die Ringe des Saturn und den Durchmesser des Planeten.

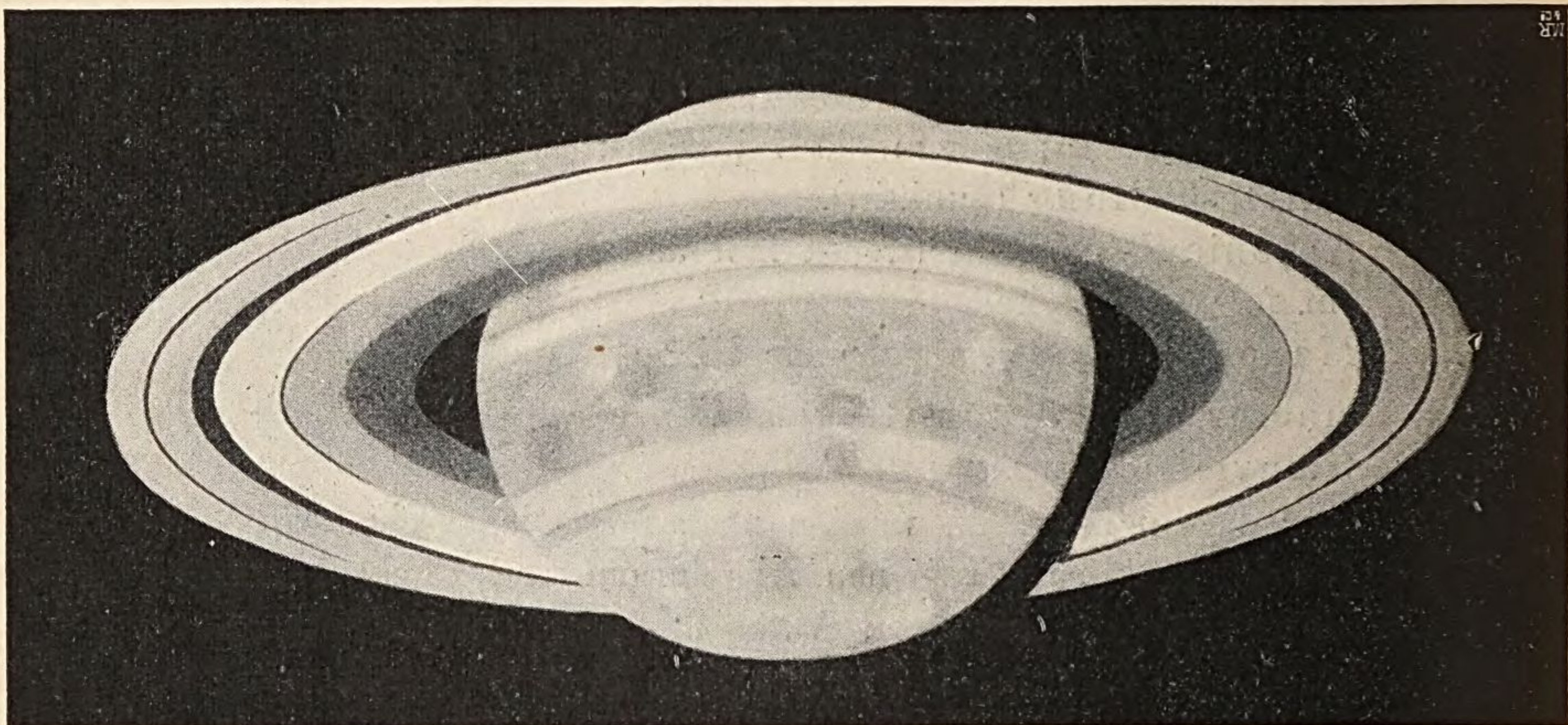


Fig. 52. Saturn am 9. Juli 1896.

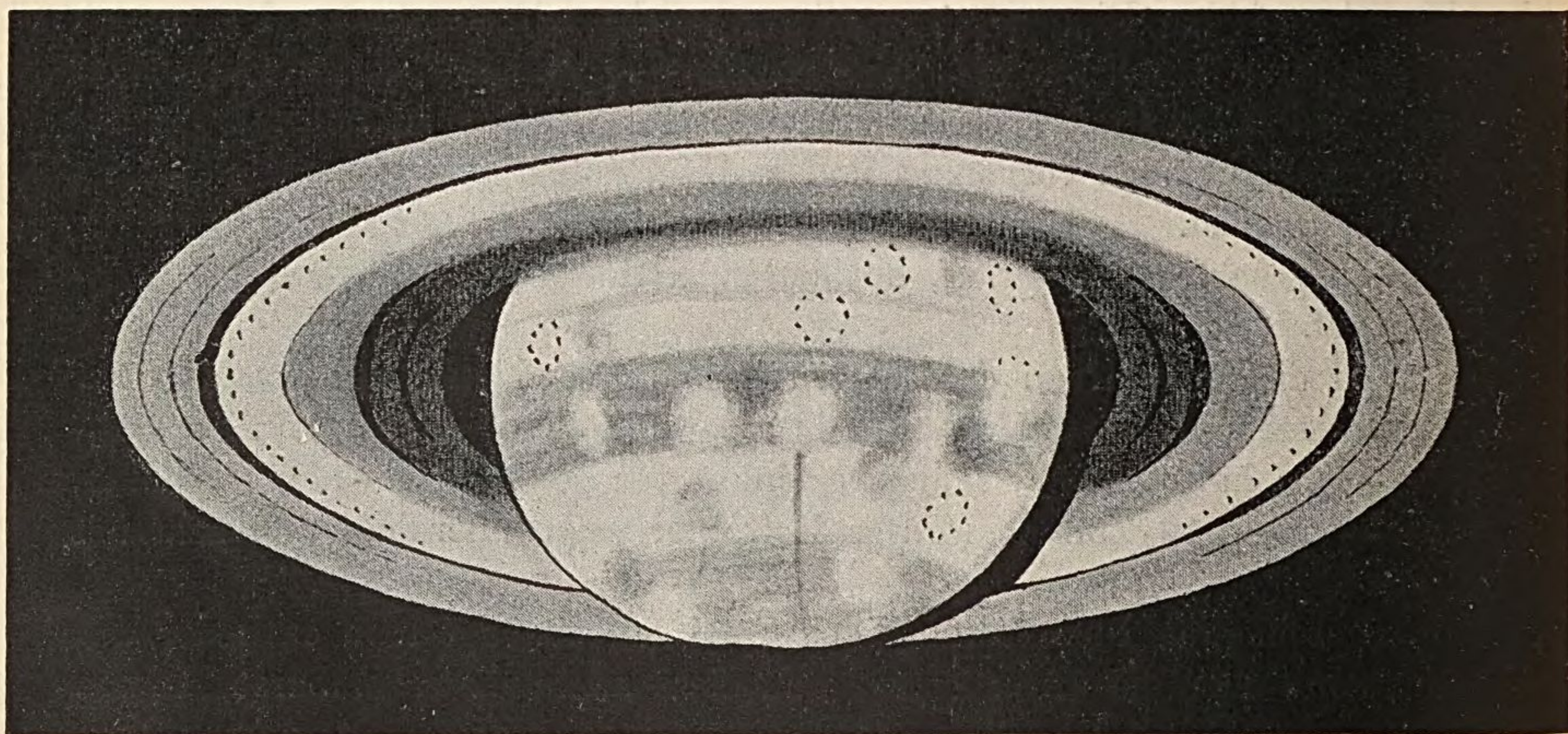


Fig. 53. Saturn am 27. August 1897.

Von Spezialwerken über den Saturn wären allenfalls zu erwähnen:
Keeler, Spectroscopic proof of the meteoric constitution of Saturn's rings.
Chicago 1896.

Bond, Observations on the Planet Saturn at the Harvard College Observatory 1847—1857. Cambridge (Amerika) 1857.

Williams, The rotation of Saturn in 1893 and 1894 (Aus den »Monthly Notices« 1894 und 1895).

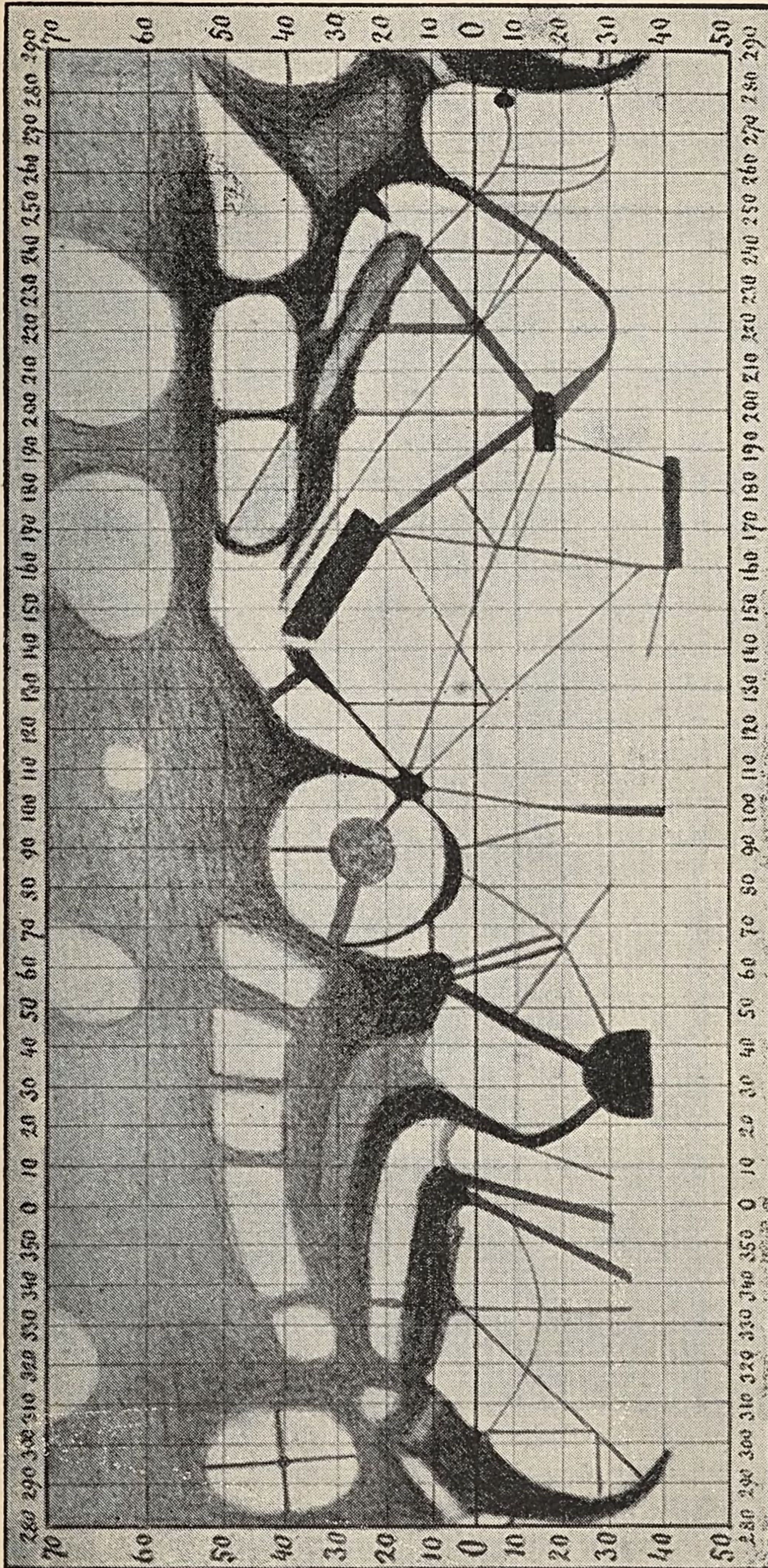


Fig. 54. Karte der Mars - Oberfläche 1894.

c) Beobachtung des Mars.

Dieser interessante Nachbarplanet erfordert zu seiner erfolgreichen Beobachtung: erstens ein sehr geübtes Auge; zweitens ausserordentlich günstige Luftverhältnisse; drittens ein ausgezeichnetes, scharf definirendes Fern-

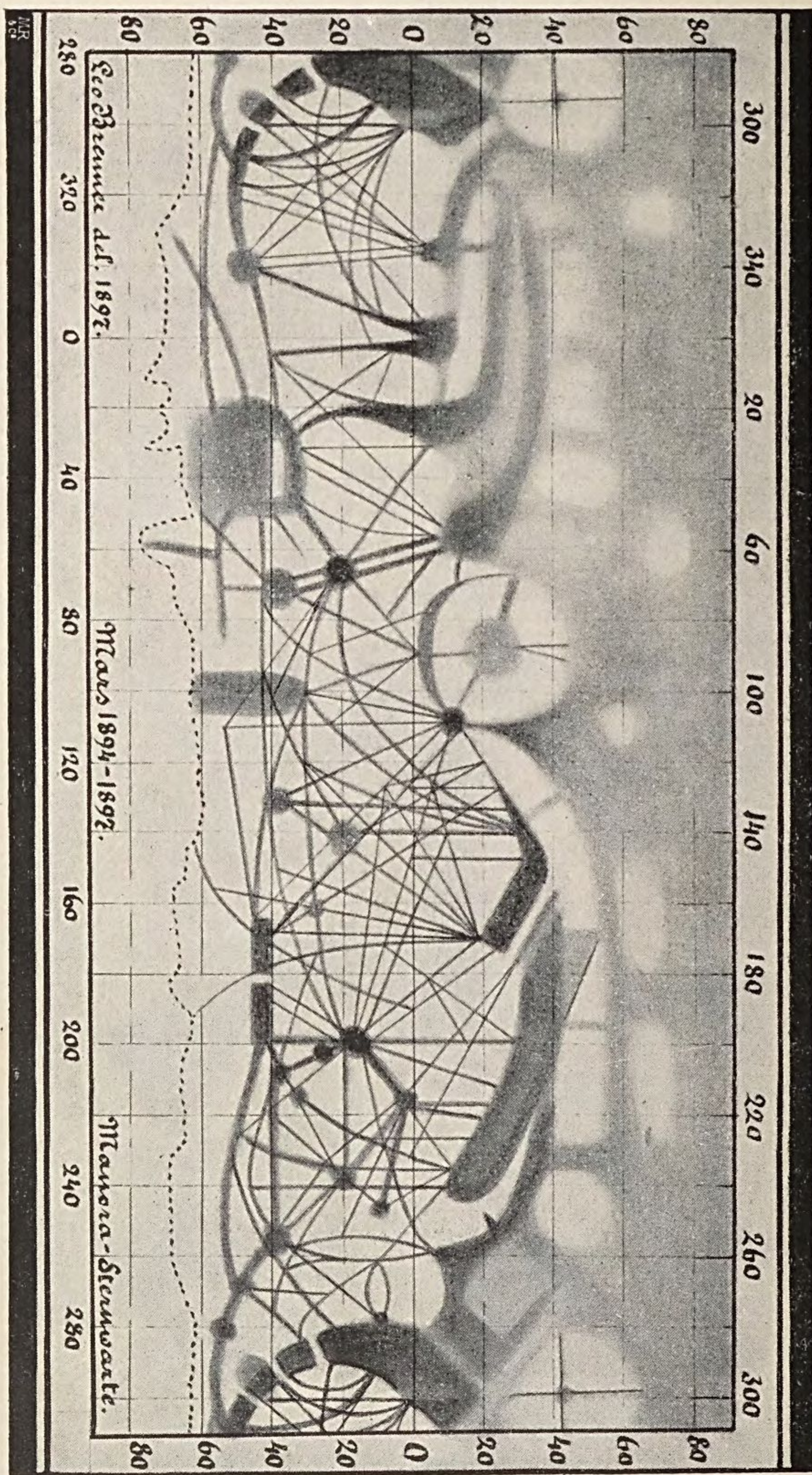


Fig. 55. Karte der Mars-Oberfläche nach den Beobachtungen des Verfassers von 1894—1897.

rohr von mindestens 6"; viertens unausgesetzte Beobachtung. Es werden daher nur wenige Amateure Aussicht haben, bei Mars auf einen grünen Zweig zu kommen. Wie viel übrigens die Übung macht, kann der Leser sehen, wenn er meine Marskarten (Fig. 54 und 55) vergleicht: die erste aus

dem Jahre 1894, die zweite aus dem Jahre 1897, und sich dabei vergegenwärtigt, dass die Beobachtungsverhältnisse 1894 weit günstigere waren als 1897! Dasselbe beweist ihm auch ein Vergleich meiner Zeichnungen Fig. 56 und 57 mit den Fig. 58 und 59.

Den Mars beobachtet man am besten mit einem rötlichen Blendglase vor dem Okulare, um seinen rötlichen Glanz zu paralysiren. Nur bei



Fig. 56. Mars am 7. Oktober 1894.

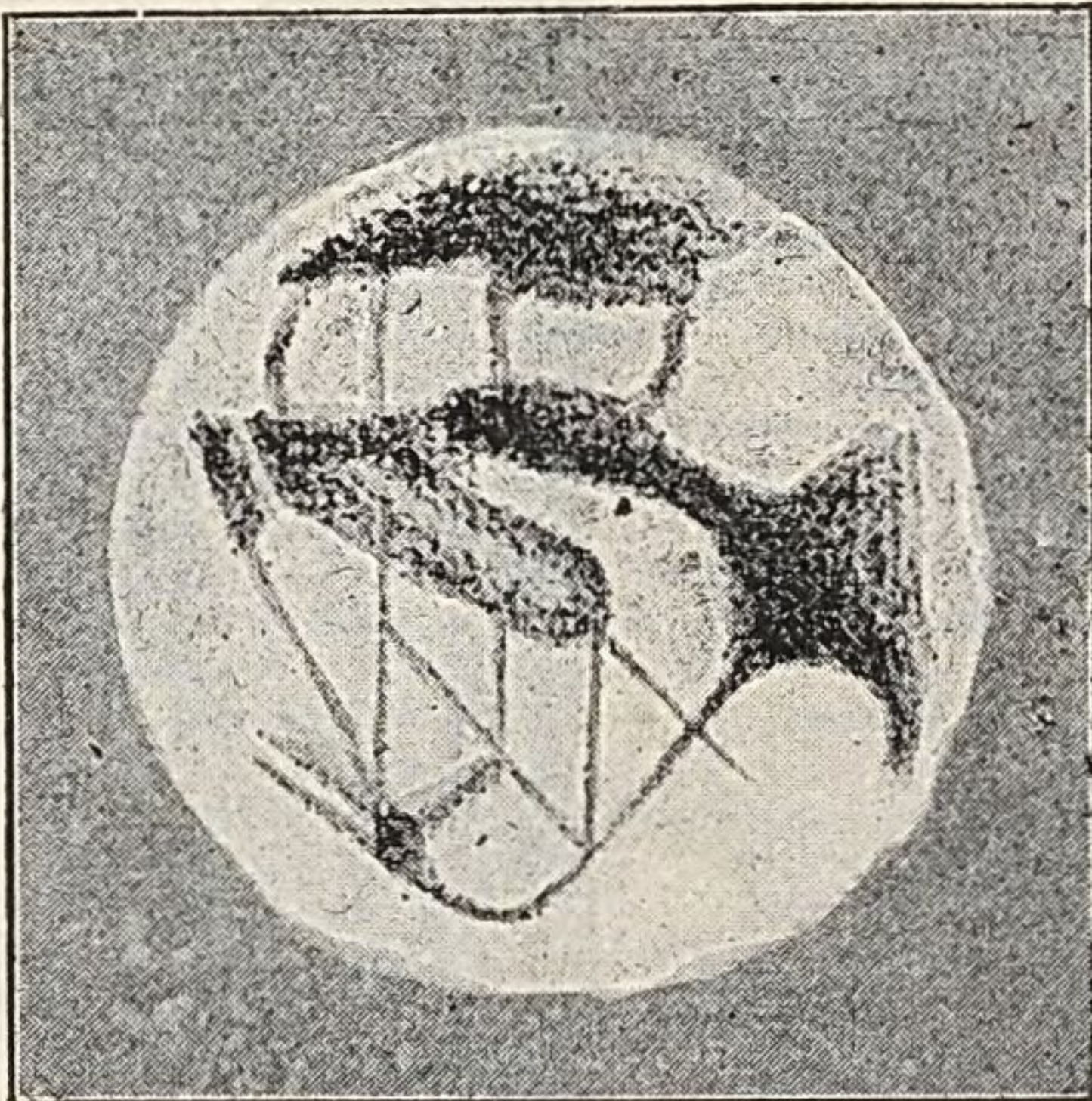


Fig. 57. Mars am 14. Oktober 1894.

Tagesbeobachtungen lasse man das Blendglas weg. Ich habe gefunden, dass man (bei uns) kurz nach Sonnenaufgang und kurz vor Sonnenuntergang den Mars am besten sieht.

Unser 3-Zöller zeigte uns hier 1894 die Meere auf dem Mars mit solcher Deutlichkeit, dass ich sofort die Meere Sirenum, Cimmerium und Chronium erkannte. Auf dem Festlande dürfte man sie jedoch erst im 4-Zöller sehen. Die grössten Kanäle (Nilosyrtis, Indus, Ganges) können von einem geübten fleissigen Beobachter unter günstigen Umständen schon in einem 4-Zöller, sicher aber in einem 5-Zöller gesehen werden. Allerdings werden die nächsten Oppositionen des Mars unter immer noch ungünstigeren Verhältnissen stattfinden, und zwar bis 1901, worauf sich die Verhältnisse wieder bessern, und 1907 die günstigste Opposition eintreten wird.

Die Polarflecke des Mars sind noch am leichtesten zu beobachten, weil sie bereits in einem $2\frac{1}{2}$ -Zöller sichtbar sein müssen.

Bei Zeichnungen des Mars handelt es sich in erster Linie darum, die Abstände und Durchmesser der Objekte richtig abzuschätzen, was in der auf S. 70 beschriebenen Weise geschieht.

Sehr erleichtert wurde früher die Beobachtung durch die Marth'schen Ephemeriden; wenn sich für diesen wackeren Mann kein Nachfolger findet, werden die Beobachter ihre Zeit auch noch auf die nötigen Berechnungen vergeuden müssen, welche letztere übrigens — soweit sie für den Amateur notwendig sind —, auf Grund meiner Anleitungen im dritten Teile ausgeführt werden können.

Für den Mars-Beobachter unbedingt notwendige Werke sind:

1. Flammarion, *La planète Mars*; Paris 1892. Mit 600 Abbildungen, nur 12 Francs!

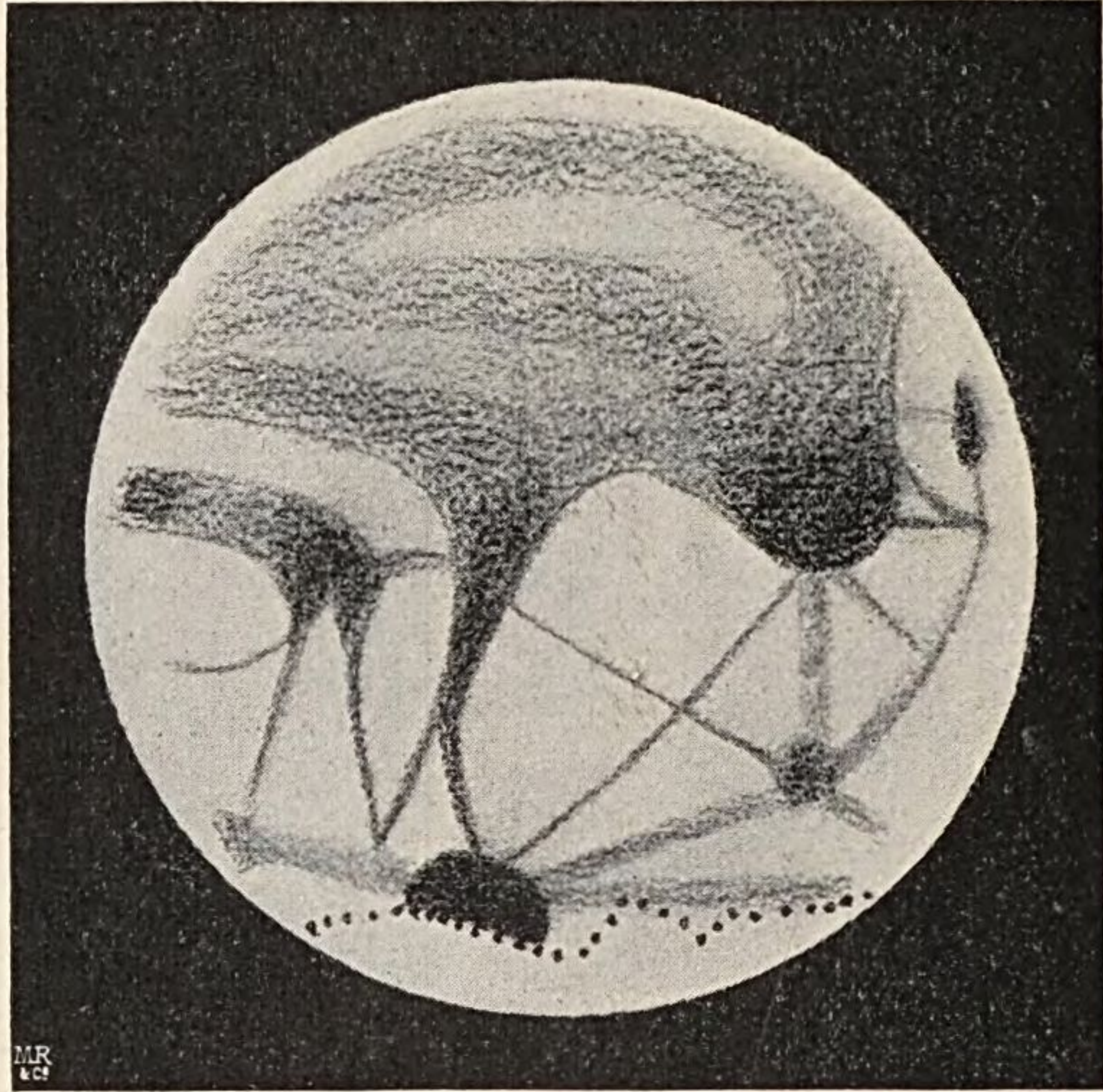


Fig. 58. Mars am 24. November 1896.

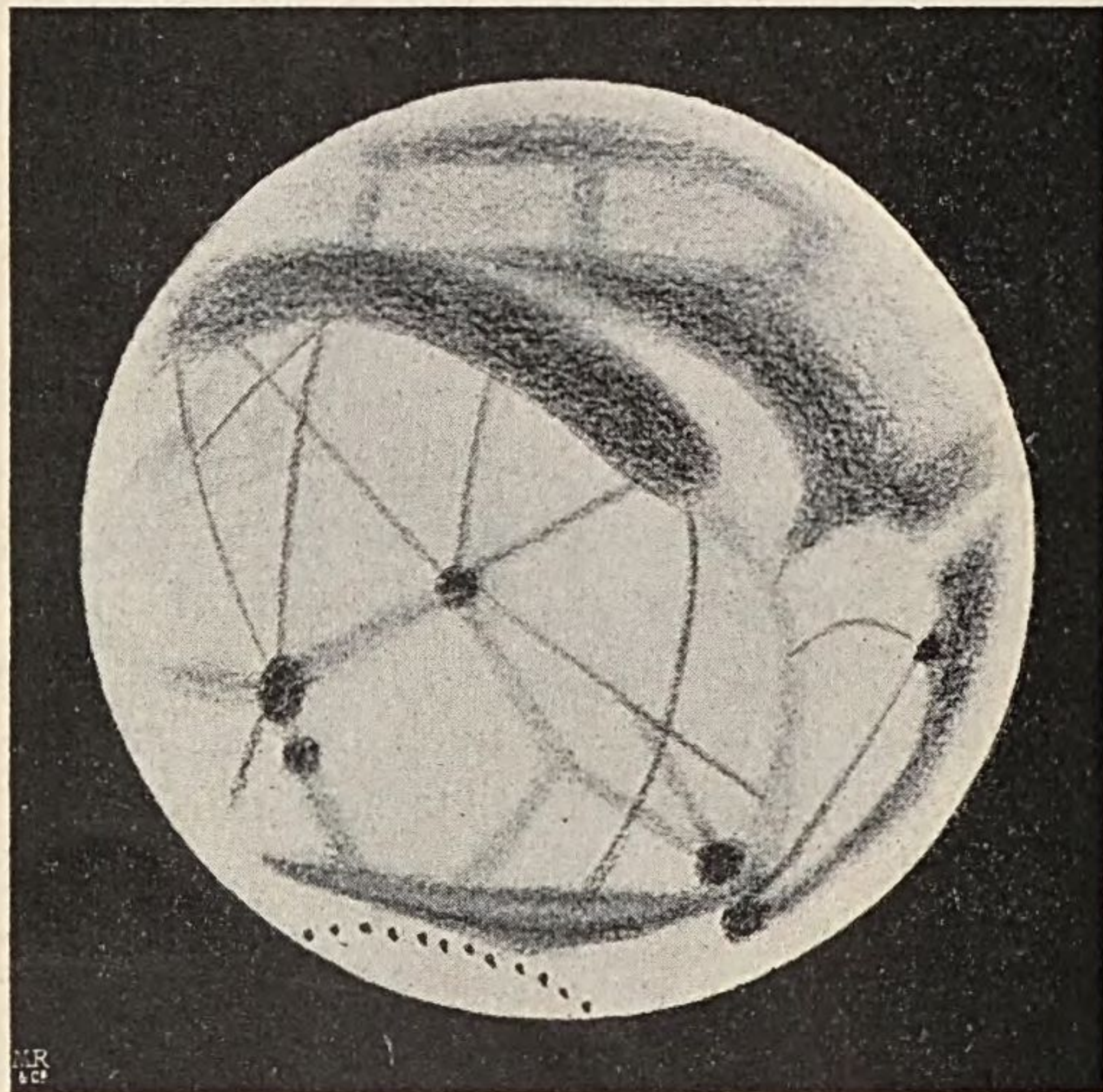


Fig. 59. Mars am 11. Dezember 1896.

2. Schiaparelli, *Osservazioni astronomiche e fisiche sull' asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte. Memorie I—V.* (Weitere für 1898 und 1899 geplant.)

3. Brenner, Mars-Beobachtungen an der Manora-Sternwarte 1896 bis 1897. Mit grosser Karte und 18 chromolithographirten Zeichnungen. (Separatabdruck aus den Abhandlungen der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften). Berlin 1898; Carl Reimer. 3 Mark.

Von diesen drei Werken enthält das erste alles, was bis 1892 vom Mars bekannt war, und eine Übersicht sämtlicher Beobachtungen. Von dem zweiten sind die Memorie I—III bereits im ersten enthalten; IV, V u. s. w. hingegen bieten Neues.

Das dritte ist namentlich wegen der neuen Entdeckungen und der Nomenklatur für den Amateur notwendig.

Auf die Mars-Monde darf sich kein Amateur Hoffnung machen.

d) Beobachtung der übrigen Planeten.

Venus ist für den Amateur ein undankbares Objekt, denn erstens lässt sie sich nur bei Tage beobachten (sonst steht sie zu tief), zweitens ist sie so hell und unruhig, dass man sich nur dann vor Täuschungen bewahren kann, wenn ihr Bild nicht wallt (was am Festlande selten der Fall sein dürfte), drittens sind ihre Flecke so schwach, dass sie nur von einem äusserst geübten und für die feinsten Helligkeitsunterschiede empfindlichen Auge erfasst werden können; viertens erfordert ihre Beobachtung ein äusserst scharf definirendes Fernrohr. Deshalb haben auch unter allen Beobachtungen

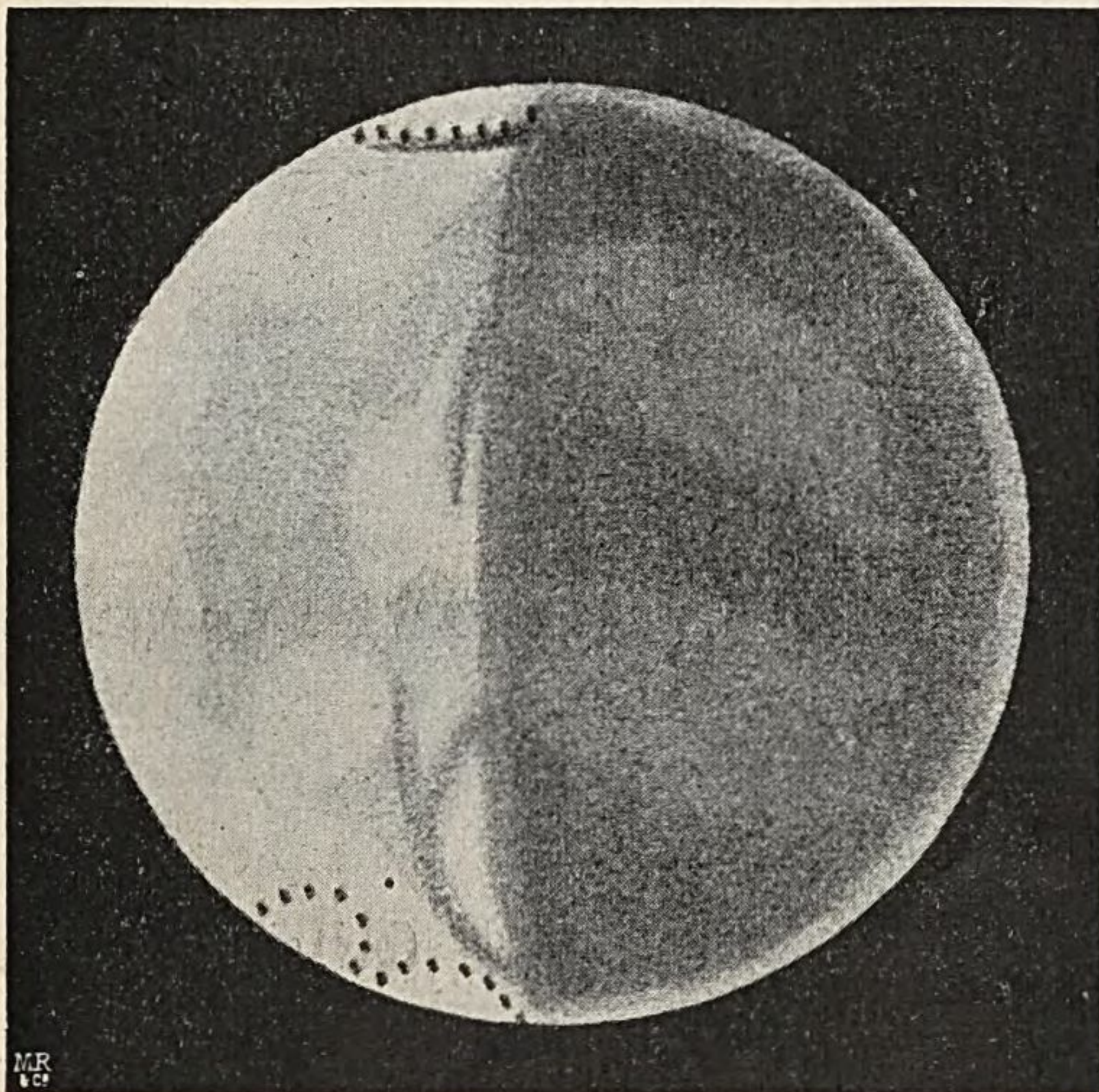


Fig. 60. Venus am 6. März 1897.

von Amateuren bisher nur jene von Williams und Hilliger wirklichen Wert.

Zur Beobachtung der Venus bedarf man (auch bei Tage) eines Blendglases (Rauchglas). Sieht man keine Flecke, so wende man seine Aufmerk-

samkeit ihrer Nachtseite zu und achte, ob man letztere sieht, ob sie dunkler oder heller als der Himmel ist, ob ihre Ausdehnung dem geometrischen Umfange entspricht oder kleiner ist, ob sie phosphoresziert, ob sie von einer Aureole umgeben ist (welche die Verlängerung der Hörner bilden würde), und bis wie viel Grade dieselbe über die Hörner reicht.

In Fig. 60 z. B. sehen wir die Aureole rings um die Nachtseite, in welcher man zwei phosphoreszirende Flecke gewahrt. Die punktirt eingefassten Stellen (auch in Fig. 61 und überhaupt in allen Zeichnungen) bedeuten glänzend helle Flecke.

Um der Zeichnung die richtige Phase zu geben, zieht man am besten die »Am. Eph.« zu Rate, welche unter der Aufschrift: »Disc of Venus« für jeden 5. Tag angiebt:

k = wie viel Teile der Scheibe beleuchtet sind;

i = den Winkel zwischen Sonne und Erde, von der Venus aus gesehen;

ϑ = den Winkel, welchen die Verbindungslinie der Hörner mit dem Meridian macht;

L = die Helligkeit der Scheibe.

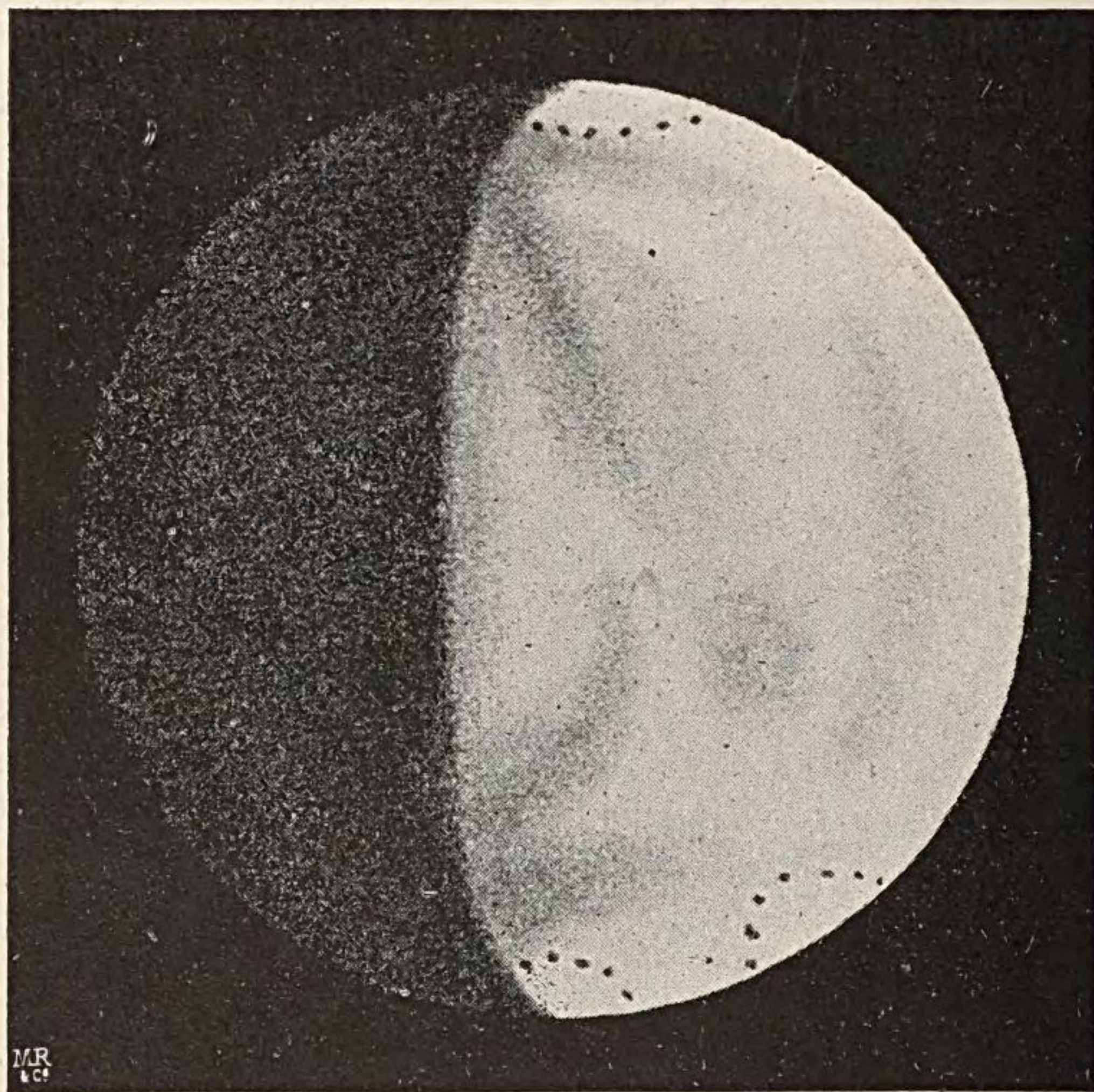


Fig. 61. Venus am 12. August 1897.

Bemerkt sei noch, dass ich niemals (bei einem halben Tausend Beobachtungen!) die Lichtgrenze unregelmässig sah; nachdem eine solche Unregelmässigkeit zudem eine physische Unmöglichkeit ist, so bin ich überzeugt, dass die grotesken Verzerrungen der Lichtgrenze in den Zeichnungen vieler Beobachter nichts anderes beweisen als die Unruhe der Luft, welche den Planeten wallen machte. Zeichnungen, die aber bei wallender Scheibe aufgenommen wurden, sind gänzlich wertlos und sogar verdammenswert, weil irreführend.

Merkur ist ein noch undankbareres Objekt für den Amateur, der höchstens hoffen kann, seine Nachtseite einmal zu sehen. Flecke wurden auf ihm bisher nur von Schröter, Vogel, Schiaparelli und mir gesehen (siehe Fig. 62). (Die Lowell'schen Karikaturen verdienen keine ernste Beachtung.)

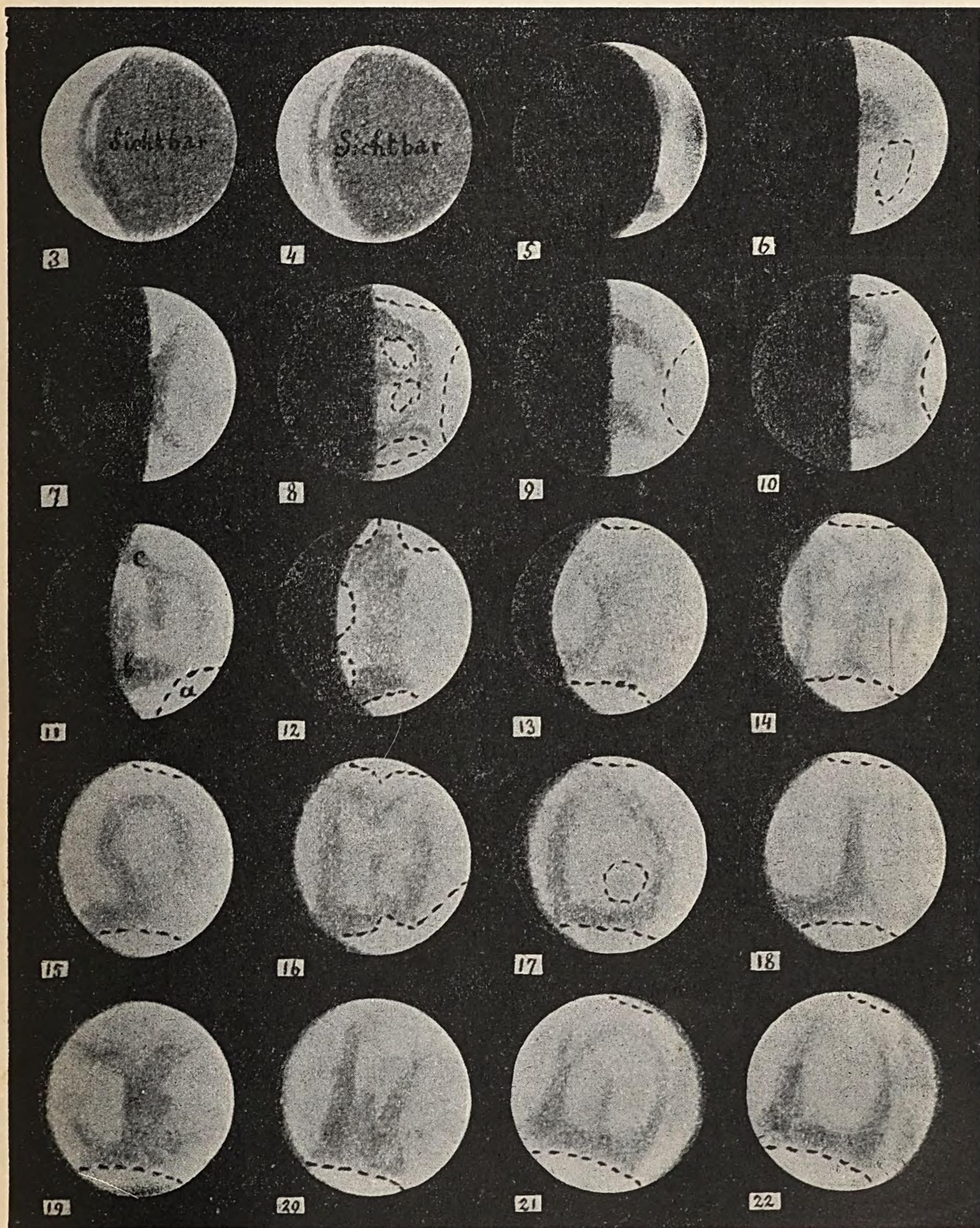


Fig. 62. Merkur 1896.

Unter der Aufschrift: »Disc of Mercury« enthält die »Am. Eph.« dieselben Daten, wie für Venus.

Merkur kann auch nur bei Tage beobachtet werden, aber ohne Blendglas. Bei ihm, wie bei Venus, kann man auch darauf achten, wann Dichotomie eintritt, d. h., wann die Phase genau so gross ist, wie die beleuchtete Hälfte. Ich habe nämlich gefunden, dass die Differenz gegen die Rechnung bei beiden Planeten 9 Tage beträgt.

Uranus gehört ebenfalls zu den undankbaren Planeten. Meine Zeichnungen (Fig. 63) sind die einzigen existirenden, welche Flecke enthalten (abgesehen von einer Henry'schen Zeichnung aus 1884 mit Streifen). Bei der Schwäche der letzteren ist es für den Amateur a priori aussichtslos, darnach zu suchen; ebenso nach den Monden des Uranus.

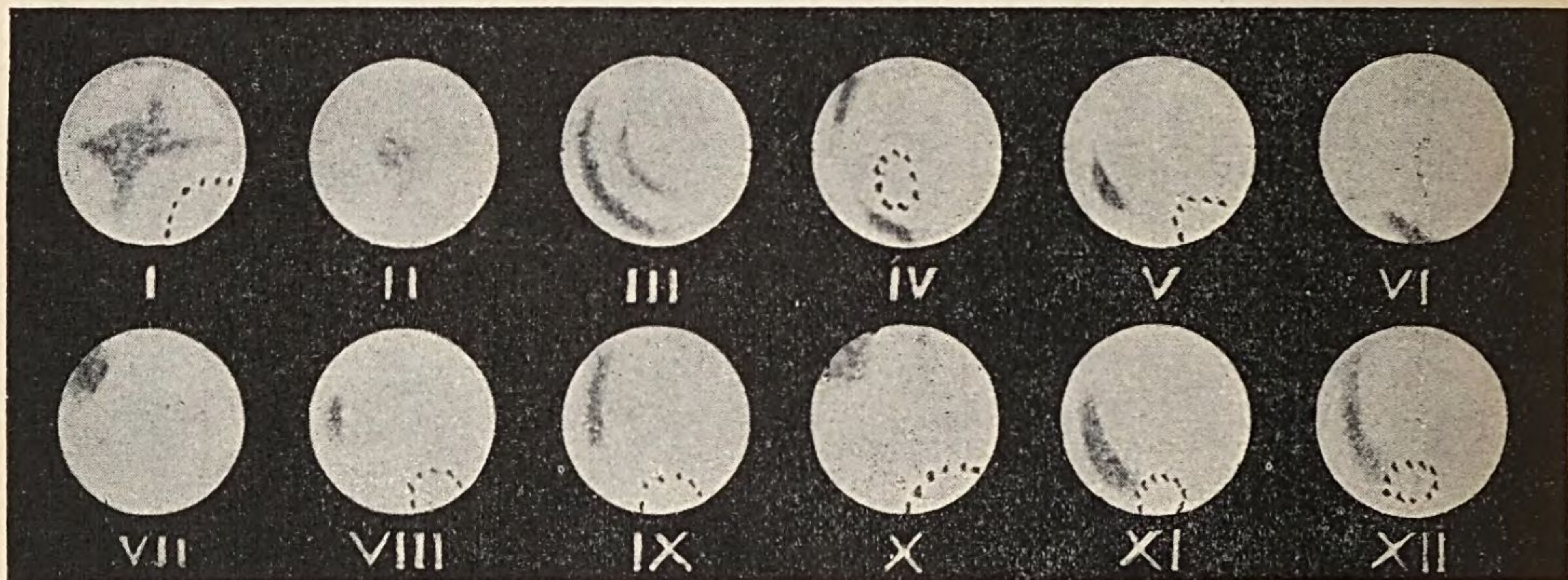


Fig. 63. Uranus 1896.

Neptun zeigt eine so winzige Scheibe, dass sich seine Beobachtung auch für mächtige Instrumente nicht lohnt. Sein Mond ist 13,8. Grösse, also unter normalen Verhältnissen erst im 10-Zöller sichtbar. Wir sehen ihn natürlich ohne Mühe.

5. Beobachtung der veränderlichen Sterne.

Ein sehr dankbares Feld für die Besitzer von Fernrohren unter 5 Centimetern Öffnung bietet die Beobachtung der veränderlichen Sterne, weil für diese selbst ein Operngucker genügt. Da ich selbst mich nie mit solchen Beobachtungen befasst habe, will ich hier die Anleitungen Plassmann's wiedergeben, der darin kompetent ist:*)

»Da die Anwendung des künstlichen zum Messen der Sternhelligkeiten dienenden Werkzeuges, des Photometers, viel zu unbequem ist, als dass mit

*) Seine Schrift: »Die veränderlichen Sterne«, Köln 1888, giebt über Methode und Hilfsmittel solcher Beobachtungen wertvolle Aufschlüsse, während Hartwig (Direktor der Bamberger Sternwarte) alljährlich Ephemeriden der veränderlichen Sterne herausgiebt.

diesen die so notwendige reiche Fülle von Beobachtungen gewonnen werden könnte, ganz abgesehen von seinem hohen Preise, so ist man im ganzen noch immer auf die Lichtschätzungs-Methode angewiesen, die um das Jahr 1840 von Argelander ersonnen worden ist. Um nach dieser Methode den Lichtwechsel eines Fixsternes zu studiren, geht man von der im allgemeinen begründeten Vermutung aus, dass das Licht der benachbarten Sterne unveränderlich ist. Die etwaige Unrichtigkeit dieser Annahme würde sich aus den Beobachtungen selber ziemlich bald herausstellen. So hat im Jahre 1854 Julius Schmidt den Stern ρ Persei als veränderlich erkannt aus den Lichtvergleichen mit dem gleichfalls veränderlichen Sterne Algol.

Nehmen wir also an, die Nachbarsterne eines veränderlichen Sternes erstrahlen in beständigem Lichte. Ihre Lichtstärke wird sich durch eine absteigende Reihe ausdrücken lassen, und der Veränderliche wird bald einem der Vergleichsterne an Helligkeit genau gleich zu sein scheinen, bald die Mitte zwischen den Lichtstärken zweier zu halten scheinen, vielleicht mit einer geringeren oder grösseren Abweichung nach dem helleren oder dem schwächeren hin. Man findet die Gleichheit oder den Unterschied auf, indem man den Veränderlichen und den Vergleichstern abwechselnd scharf betrachtet, sei es mit dem freien Auge oder mit dem Fernrohre. Für die gleich zu besprechenden Beobachtungen des Granatsternes μ Cephei hat ein einläufiges holländisches Fernrohr, ein sogenannter Feldstecher, gedient. Der Stern hätte sich allenfalls auch mit freiem Auge beobachten lassen, doch bietet die Anwendung des verstärkenden optischen Hilfsmittels mehrere Vorteile. Über die Art der Abschätzung der Lichtunterschiede wollen wir nun den grossen Argelander reden lassen, der (im Jahre 1843) die von ihm erfundene Methode der Stufenschätzung in einem eigenen Aufsätze beschrieben hat.

»Erscheinen mir beide Sterne entweder immer gleich hell, oder möchte ich bald den einen, bald den anderen ein wenig heller schätzen, so nenne ich sie gleich hell und bezeichne dies dadurch, dass ich ihre Zeichen unmittelbar nebeneinander setze, wobei es gleichgiltig ist, welches Zeichen vorsteht; sind also die Sterne a und b verglichen, so schreibe ich entweder a b oder b a. Kommen mir auf den ersten Anblick zwar beide Sterne gleich hell vor, erkenne ich aber bei aufmerksamerer Betrachtung und wiederholtem Übergange von a zu b und b zu a entweder immer oder doch nur mit sehr seltenen Ausnahmen a für eben bemerkbar heller, so nenne ich a um eine Stufe heller als b und bezeichne dies durch a 1 b, ist hingegen b der hellere, durch b 1 a, so dass immer der hellere vor, der schwächere hinter der Zahl steht. Erscheint der eine Stern stets und unzweifelhaft heller als der andere, so wird dieser Unterschied für zwei Stufen angenommen und durch a 2 b bezeichnet, wenn a, hingegen durch b 2 a, wenn b der hellere ist. Eine auf den ersten Blick ins Auge fallende Verschiedenheit gilt für drei Stufen und wird durch a 3 b oder b 3 a bezeichnet. Endlich bedeutet a 4 b eine noch auffallendere Verschiedenheit zu Gunsten von a.«

Geübte Beobachter geben auch noch Bruchteile der Stufe an, gewöhnlich halbe und viertel Stufen. Ist der Helligkeitsunterschied des Veränderlichen und des Vergleichsternes sehr gross, so wird man sich genötigt sehen, mit wachsender Unbestimmtheit bis zu 5 oder 6, ja bis zu 10 Stufen zu gehen. Etwas unbestimmt ist die Schätzung in jedem Falle. Denken wir uns zwei Vergleichsterne, einen hellen a und einen schwachen c ; der Veränderliche b werde jeden Tag mit beiden verglichen. Wir schätzen etwa heute a 2 b 3 c , d. h. b ist 2 Stufen schwächer als a und 3 Stufen heller als c . Hieraus scheint hervorzugehen, dass a 5 c zu setzen ist. Wäre die Stufe ein konstantes Mass, so könnten wir etwa morgen beobachten a 1 b 4 c , d. h. der Veränderliche ist eine Stufe heller geworden; übermorgen a b 5 c , oder b ebenso hell wie a und 5 Stufen heller als c ; an einem anderen Tage vielleicht auch a 4,5 b 0,5 c . Immer jedoch müsste a 5 c , a um 5 Stufen heller als c herauskommen. Das findet jedoch keineswegs statt; die Stufenweite ist sehr veränderlich, eben wegen der Willkür, womit das ganze Verfahren seiner Natur nach behaftet ist. So habe ich den Granatstern μ Cephei mit den Sternen ζ , ε , ν , p und λ im Cepheus verglichen, wobei p den von Flamsteed mit der Nummer 9 bezeichneten Stern angiebt. Die Sterne ζ , ε , ν , p , λ stellen eine absteigende Helligkeitsfolge dar, so dass p und λ die schwächsten sind; und gerade zwischen diesen hielt sich in den letzten Wochen die Helligkeit des Granatsternes μ Cephei. Folgendes sind die Schätzungen vom 1. bis zum 16. Oktober 1895:

Oktober 1.	p 3 μ 7 λ ,	also	p 10 λ
7.	p 4 μ 6 λ ,	also	p 10 λ
15.	p 4 μ 5 λ ,	also	p 9 λ
16.	p 2 μ 5 λ ,	also	p 7 λ

Die Differenz $p - \lambda$, die konstant sein sollte, schwankt von 10 bis zu 7 Stufen. Im Mittel aus vielen Beobachtungen glaube ich, sie gleich 8 Stufen setzen dürfen. Dieser Mittelwert gestattet uns jetzt, die einzelnen Beobachtungen besser zu verstehen. Setzen wir $\lambda = 0$, so wird $p = 8$. Am 1. Oktober bedeutet die Angabe p 3 μ offenbar, dass $\mu = 8 - 3 = 5$ ist; die Angabe μ 7 λ bedeutet dagegen $\mu = 7$. Der Mittelwert $\mu = 6$ wird dann der Wahrheit nahe kommen. Auf ähnliche Weise finden wir Oktober 7. $\mu = 4$ oder 6, im Mittel $= 5$; Oktober 15. $\mu = \frac{1}{2} (4 + 5) = 4,5$; Oktober 16. $\mu = 5,5$.

Zu anderen Zeiten war μ in der Helligkeit zwischen p und ν und wurde mit diesen verglichen; oder zwischen p und ε , höchst selten zwischen ε und ζ . Die Differenzen aller Vergleichstern-Helligkeiten unter sich liessen sich ähnlich wie die Differenz $p - \lambda$ ableiten; so ergab sich $\nu - p = 4,53$; und da $p = 8$ ist, wird $\nu = 12,53$; auf ähnliche Weise wird $\varepsilon = 16,74$ und $\zeta = 23,24$ gefunden. Die Helligkeit von μ lässt sich dann verhältnismässig sicher aus den jeweiligen Anschlüssen an den helleren und den schwächeren Vergleichstern bestimmen.

Auf die Einzelheiten dieser Art der Ableitung des Lichtwechsels aus den Beobachtungen einzugehen, kann ich vermeiden. Ich will nur bemerken,

dass die Differenzen $\varepsilon - \nu$, $\nu - p$ und $\varepsilon - p$ der Ableitung Schwierigkeiten bereitet haben. Die Anschlüsse von μ an ε und ν ergaben $\varepsilon - \nu = 5,323$; die an ν und p ergaben $\nu - p = 5,591$. Darnach muss $\varepsilon - p$ gleich der Summe dieser beiden Abstände, also gleich 10,914 sein. Nun ist in den letzten Jahren der Veränderliche sehr häufig an ε und p gleichzeitig angeschlossen worden, mit Umgehung von ν , weil dieser Stern wegen zu grosser Nähe bei μ schwer mit ihm vergleichbar ist. Daraus ergaben sich sehr zahlreiche direkte Bestimmungen von $\varepsilon - p$, deren Mittelwert 8,034 als gut verbürgt erscheint, jedoch von dem indirekt bestimmten Werte 10,914 merklich abweicht. Der Grund liegt darin, dass erfahrungsgemäss kleine Differenzen überschätzt, grosse unterschätzt werden. Die vorhin angegebene Skala der Vergleichstern-Helligkeiten ist das Ergebnis einer Ausgleichung dieses Fehlers, worauf wir aber nicht näher eingehen wollen.

Haben wir nun für jeden Beobachtungstag die Helligkeit von μ durch Anschluss an je zwei Vergleichsterne gefunden, so liegt es nahe, diese Helligkeiten nach den Tagen zu ordnen und zur Ableitung von Vorstellungen über die Natur des Lichtwechsels von μ zu benutzen. Aber da zeigt sich, dass die Helligkeiten von Tag zu Tage so starke Sprünge auf und ab machen, dass ein regelmässiger Gang der Zalen nicht zu entdecken ist. Der Grund liegt wieder in der problematischen Natur des ganzen Schätzungsverfahrens. Für rote Sterne und zumal für den ungemein roten Stern μ Cephei sind die Schwierigkeiten besonders gross. Als Vergleichsterne muss man weisse Sterne nehmen, erstens, weil man sie in grösserer Zahl zur Verfügung hat, und zweitens, weil ein roter Stern der Veränderlichkeit selbst verdächtig, mithin als Vergleichstern unbrauchbar ist. Nun ist es aber sehr schwer, manchmal fast unmöglich, die Stufen-Differenz eines roten Sternes gegen einen weissen festzustellen. Wer kann den Glanz eines Rubins mit dem eines Diamanten vergleichen? Suchen Sie in einiger Entfernung von einem Bahnhofs, wo Sie zahlreiche weisse und einzelne rote Lampen sehen, auch nur zu ermitteln, welche von den weissen Lampen wenigstens ungefähr einen ebenso starken Eindruck auf das Auge macht, als eine bestimmte rote, und Sie werden, namentlich wenn mehrere Personen zusammen den Versuch machen, über die Schwierigkeit erstaunen. Mein Auge sieht die roten Sterne merklich schwächer als die Augen der meisten anderen Beobachter. In den achtziger Jahren hat ausser mir u. a. der britische Astronom Gore den Stern μ Cephei häufig mit den Nachbarsternen verglichen. Er sah ihn, wie unsere Verzeichnisse lehren, stets heller als ich; aber der Unterschied zwischen unseren Auffassungen ist sehr konstant; und da es nicht so sehr auf die Ermittlung der wahren Helligkeit des Sternes, als auf die Kenntnis der Lichtschwankungen ankommt, sind solche Unterschiede im ganzen gegenstandslos.

Trotzdem ist, wie gesagt, die Schätzung der roten Sterne schwierig und mit grösseren Fehlern behaftet als die der weissen. Man ist darum berechtigt, vor der genaueren Untersuchung Mittelwerte zu bilden. Hat z. B. nach den Schätzungen der Veränderliche am 1. eines Monats die Helligkeit 8 in

unserer Skala, am 5. die Helligkeit 4,5 und am 6. die Helligkeit 5,5 gehabt, so findet man als Mittel aus den Tagen den 4., als Mittel aus den Helligkeiten 6,00. Man darf dann vermuten, dass an diesem Tage ungefähr 6,00 beobachtet sein würde, wenn er überhaupt eine Beobachtung, und zwar eine von zufälligen Fehlern freie, geliefert hätte. — Man wird einwenden, dass die kleinen Schwankungen der wirklichen Helligkeit von Tag zu Tag bei diesem Verfahren ganz verwischt werden. Es mag sein, dass solche stattfinden; aber sie wissen sich eben so zwischen den Schätzungsfehlern zu verstecken, dass wir sie erst dann dürfen aufzufinden hoffen, wenn die grösseren Schwankungen von Monat zu Monat, von Jahr zu Jahr bereits feststehen.

Nun hat mir die Beobachtungsperiode von 1881 bis jetzt etwa 530 einzelne Helligkeitsbestimmungen von μ Cephei geliefert, wovon fast jede aus Anschlüssen an mindestens zwei Vergleichsterne besteht; oft sind drei, manchmal sogar vier Vergleichsterne benutzt worden. Fasse ich in der vorhin angegebenen Weise je drei Beobachtungen zusammen, so ergeben sich 176 Mittelwerte. Dabei habe ich nicht immer das genaue arithmetische Mittel aus den drei Bestimmungen genommen, vielmehr gewöhnlich ein wenig abgerundet zu Gunsten derjenigen Beobachtung, welche sich durch gute Übereinstimmung der ihr zu Grunde liegenden Schätzwerte als die beste darstellte und zu Ungunsten der schlechtesten.

Die 176 Mittelwerte werden nun auf einer Tafel graphisch durch schwarze Kreuzchen dargestellt; hier und da, in unergiebigsten Zeiten, sind auch noch schwarze Punkte angebracht, die den Beobachtungen selbst entsprechen.

Die Helligkeit der Mittel hält sich immer zwischen 5 und 17 nach meiner Skala, so dass das Papier von unten nach oben mit den Horizontalen 4—17 bezeichnet werden konnte.

Die Zeit vom 1. Januar 1881 bis auf den heutigen Tag wird auf dem Papier von links nach rechts aufgetragen, und zwar gleichzeitig nach zwei Zählungen. Die unten mit den Zalen 81, 82—95 versehenen roten Striche bedeuten die Anfänge der einzelnen Jahre, genauer den sogenannten 0. Januar, also den 31. Dezember des Vorjahres; die unbezeichneten roten Striche stellen in derselben Weise den 0. April, Juli und Oktober dar.

Daneben sind aber auch noch die einzelnen Tage gezählt, nach einem willkürlichen Anfangspunkte, von welchem aus der 0. Januar 1881 die Zal 2408081, der 0. Januar 1895 die Zal 2413194 trägt. Die Periodizität lässt sich nach dieser Zählung leichter ermitteln als nach unserem verwickelten Kalender. Die vollen Hunderte dieser Zählung wurden durch schwarze Striche hervorgehoben.

Es handelt sich nun um die Ableitung des Helligkeits-Ganges aus den vereinzeltten schwarzen Kreuzchen, welche die Beobachtungsmittel darstellen. Offenbar wäre es ein höchst rohes Verfahren, die Punkte Zug um Zug durch gerade Linien zu verbinden. In solchem Zickzacke arbeitet die Natur nicht. Man muss vielmehr eine Kurve zeichnen, die keine zu grossen Biegungen macht, aber auch von den Beobachtungen möglichst wenig abweicht. Will

man diese beiden Bedingungen vereinigen, also eine möglichst einfache und den Beobachtungsmitteln gut angeschlossene Kurve ziehen, so geht es ohne eine gewisse Willkür nicht ab. Durch eine neue Mittelbildung habe ich von 1887 an das Ziehen der Kurve zu erleichtern gesucht. Nennen wir die einzelnen Beobachtungen A, B, C, D, E, F u. s. w., so können wir wieder A, B und C zu einem neuen Mittelwerte vereinigen, und zwar nach Zeit und Helligkeit. Ein zweites Mittel liefern B, C, D; ein drittes C, D, E, ein viertes D, E, F u. s. w. Man bekommt nun beinahe so viel neue Mittel, wie ältere, nämlich nur zwei weniger. Diese neuen Mittel will ich die Schwerpunkte nennen, und zwar darum, weil zufolge einer leichten geometrischen Erwägung das erste der Schwerpunkt des Dreieckes ABC, das zweite der Schwerpunkt des Dreieckes BCD u. s. w. ist, wenn die Punkte A, B, C, D graphisch dargestellt sind. Haben wir nun eine sehr ergiebige Beobachtungszeit, z. B. 1893, so verlaufen die roten Punkte in einer so regelmässig auf- und abgehenden Linie, dass sie offenbar den wahren Gang des Lichtwechsels mit einiger Treue wiedergeben. Man ist daher berechtigt, die Kurve in grosser Nähe dieser Schwerpunkte zu halten, und sie bleibt dann auch den Beobachtungsmitteln selbst, also den schwarzen Kreuzchen, ungefähr so nahe, wie es nach der Beobachtungs-Methode überhaupt möglich ist. Wie gesagt, alle reicheren Beobachtungs-Perioden zeigen das, besonders schön z. B. die Zeit vom Juli 1890 bis zum April 1891.

In schlechter besetzten Zeiträumen war schon die Bildung der ersten Mittel eine missliche Sache; die Schwerpunkte können dann noch weniger genaue Mittel für die oft Monate langen Zeiten darstellen, aus deren Beobachtungen sie gebildet sind. Die Kurve wird sich dann von den roten Punkten ebenso weit entfernen können, wie von den ihnen zu Grunde liegenden Mitteln; so von Anfang 1887 bis zum Oktober 1888. In noch schlechter besetzten Jahren, wie 1881, 1884, 1886, bleibt man sogar auf die Beobachtungen selbst (die schwarzen Punkte) angewiesen.

Sehen wir nun, dass die Kurve vom April bis zum Oktober 1887 und auch noch bis April 1888 in ziemlich einfachen Windungen verläuft, später aber, in den besser besetzten Jahrgängen, lauter kleine Erhöhungen und Vertiefungen zeigt, so dürfen wir nicht schliessen, dass sich der Lichtwechsel selber zuerst auch so einfach vollzogen habe. Es liegt ja in der Natur der Ausgleichung durch die Kurve, dass Abweichungen, die nicht durch mehrere Mittel verbürgt sind, einfach verwischt werden. Wahrscheinlich ist es, dass die kleine Wellenbewegung überall zu finden wäre, wenn nur genug Beobachtungen da wären. Es wird nachher unsere Aufgabe sein, den Gesetzen dieser Wellenbewegung nachzuspüren. Daneben finden wir aber eine weit grössere Änderung. Die wenigen Beobachtungen aus 1881 zeigen eine grosse Helligkeit; ebenso die aus dem Spätherbste 1884, Februar 1886, Februar und November 1887. Von da geht es stark bergab, im Herbst 1888 wird ein tiefes Minimum erreicht, ein fast ebenso tiefes im Mai 1891 und das tiefste im Herbst 1895.«

6. Beobachtung der Meteore und Sternschnuppen.

Nachdem Meteore und Sternschnuppen ohne Instrumente beobachtet werden, kann sich an solchen Beobachtungen jedermann beteiligen. Dabei werden sogenannte »stumme Karten«, wie sie Plassmann's »Vademecum astronomi« (Paderborn 1889, 3 Mark) enthält, zum Einzeichnen der Meteorbahnen und zur Bestimmung des Ausstrahlungspunktes (»Radiationspunktes«) der Sternschnuppen sehr wertvolle Dienste leisten.

Über diese Art Beobachtungen lässt sich Plassmann in seiner eben-
genannten Schrift folgendermassen vernehmen:

1. »Wenn man draussen beobachtet, muss neben der vollständigen Karte auch ein Exemplar der stummen Karte liegen, und zwar gut geglättet und beschwert auf weisser Unterlage. Der Tisch sei durch ein Laternchen mässig beleuchtet, in der Nähe des Laternchens liege die Uhr. Die stumme Karte habe des bequemen Notirens wegen dieselbe Lage wie die vollständige. Auf letztere kann man den Horizontalring legen und etwa jede Viertelstunde von neuem stellen. Besitzt man zwei Taschenuhren, so mag man die bessere nach mittlerer Zeit reguliren; die andere stelle man schon bei Tage nach der Sternzeit. Man erleichtert sich so das Richten des Horizontalringes; doch muss man, weil die gleich zu besprechenden Beobachtungen nach mittlerer Zeit angeschrieben werden, die Sternzeit-Uhr in der Tasche behalten, um jede Verwechselung zu verhüten. Dass die gewöhnlichen Zifferblätter nur zwölf Stunden aufweisen, wird man leicht in Rechnung ziehen können; vor der groben Verwechselung von ganzen zwölf Stunden schützt der Anblick der Karte und des Himmels. Ein etwaiges zweites Exemplar des Horizontalringes wird auf die stumme Karte gelegt und beschwert.*) Schreibpapier und mehrere zugespitzte Bleistifte müssen zur Hand sein. Weiche Stifte dienen zum Zeichnen, harte zum Schreiben.

2. Das Schreibpapier ist liniirt und mit folgenden Rubriken versehen:

- a) Laufende Nummern der eingetragenen Meteore, schon vorher aufzuschreiben;
- b) Rubrik für die mittleren Beobachtungszeiten, und zwar für Stunden und Minuten. Das Datum mit Ort und Jahreszahl steht an der Spitze des Blattes; man beachte, dass in der Nacht das Datum nicht gewechselt wird;
- c) Grösse des Meteors;
- d) Anfangsort;
- e) Endort;
- f) Farbe;
- g) Schweifbildung;
- h) Bemerkungen.

*) Zum Überflusse mag man die etwa sichtbaren Planeten auf der stummen Karte eintragen. Die Eintragungen lassen sich mit einiger Sorgfalt später wegradiren.

3. Sieht man ein Meteor aufleuchten, so verfolgt man den Lauf desselben unter den Sternen, achtet zugleich auf die Farbe, die Helligkeit, etwaige Schweifbildung, etwaige Krümmung der Bahn u. s. w. Sieht man, dass der Schweif zurückbleibt, so zählt man langsam die Sekunden bis zu dessen Verschwinden. Bei der Bahn beachte man namentlich, in welcher Richtung bestimmte Figuren, etwa das Viereck des Pegasus ($\alpha \beta \gamma$ Pegasi und α Andromedae), das Viereck des grossen Bären ($\alpha \beta \gamma \delta$ Ursae maj.) oder der Gürtel des Orion ($\delta \epsilon \zeta$ Orionis) von der Meteorbahn geschnitten werden.

4. Nun setzt man neben die erste freie Nummer der Vorlage die Uhrzeit, zu welcher das Meteor aufleuchtete, und um deren etwaige Verbesserung man sich jetzt gar nicht zu kümmern hat. Dann wird die Helligkeit nach Sterngrössen mit einer der Zahlen 5, 4, 3, 2, 1 aufgeschrieben. Sehr helle Meteore werden, sobald sie die Helligkeit des Jupiter erreichen, unter c) durch das Zeichen J hervorgehoben; Venus-Helligkeit wird mit V angedeutet. Meteore, welche den hellsten Glanz der Venus noch überstrahlen, werden als »Feuerkugeln« durch F ausgezeichnet. *)

5. Man zieht nun auf der stummen Karte eine dünne Linie, welche die scheinbare Bahn des Meteors unter den Sternen bezeichnet. An den Punkt dieser Linie, welcher das Erlöschen des Meteors bezeichnet, kommt eine Pfeilspitze. Neben diese setzt man dieselbe Nummer, welche auch neben der Beobachtung steht. Nun wird die Färbung des Meteors unter f) eingetragen; unter g) setzt man ein S, wenn das Meteor einen Schweif zeigte. **) Alles, was dem Beobachter sonst beachtenswert scheint, wird unter h) eingetragen; namentlich, ob der Schweif länger zurückblieb und wie viele Sekunden gegebenen Falles; ob die Bewegung erheblich schnell oder langsam war, ob Farbenwechsel, Funkensprühen u. dergl. eintrat.

6. Ist das Meteor am Punkte seines Aufleuchtens erloschen, so wird es unter h) als »leuchtender Punkt« bezeichnet; an den entsprechenden Punkt der stummen Karte wird ein Sternchen, die Nummer und »L. P.« gesetzt.

7. Die Rubriken d) und e) bleiben vorläufig unausgefüllt; am anderen Morgen aber legt man die stumme Karte auf die vollständige. Man sieht dann für jedes Meteor, welche Rektascension und Deklination sein Anfangs- und Endort hatte; die entsprechenden Zahlen trägt man unter d) und e) ein; es ist gebräuchlich, in diesem Falle die Rektascensionen nach Bogenmass zu zählen.

8. Nachstehender Auszug aus des Verfassers Beobachtungsverzeichniss mag als Beispiel dienen; nur ist hier die Helligkeit erst nach der Bahn unter »M« notirt. Bei ungeschweiften Meteoren steht unter »S« gar kein Zeichen.

St. Mauritz 1877, November 28.

N	Zeit	Anfang	Ende	M	S	F	Bemerkungen.
22	9 25	3—6	0—8	2	S	gelb	neblig, kurz, 2 ^s Dauer.

*) Man sei in diesem Punkte nicht leichtfertig, hüte sich aber auch vor übermässiger Ängstlichkeit. Dasselbe gilt von der Farbe und Schweifdauer, auch von der Bahn.

**) Bei schnell fliegenden Meteoren hüte man sich, die Bahnlinie schon für einen Schweif zu halten.

Umstehendes Beispiel zeigte negative (südliche) Deklinationen des Anfangs- und Endortes. Positive zeigen folgende Beispiele:

Warendorf 1885 August 9.

N	Zeit	Anfang	Ende	M	S	F	Bemerkungen
	h m	α δ	α δ				
94	8 52,5	333+59	301+40	1	S	weiss	rasch.
95	9 8	270+70	264+46	2		weiss	sehr rasch.
96	9 13	230+75	225+76	6		weiss	kurz.
98	9 18	35+66	28+72	3		grün	
100	9 23,5	309+45	289+14 $\frac{1}{2}$	1	S	gelblich	schnell; Schweif blau, 1 ^s Dauer.
101	9 29,5	30+70	25+73	1,2	S	weiss	Schweif 1 ^s Dauer.

Mit α und δ sind A R und D bezeichnet, und der Vorteil, der sich gerade hier durch Anwendung des Bogenmasses für die A R ergibt, liegt auf der Hand. — Die Grössenangabe bei No. 101 bedeutet eine Mittelstufe zwischen der 1. und der 2. Grösse. Die Uhrzeiten sind bereits verbessert. — Bei leuchtenden Punkten trägt man nur den Anfang ein, bei stark gekrümmten Bahnen dagegen drei Punkte, z. B.

N	Zeit	Anfang	Ende	M	S	F	Bemerkungen.
5	6 44	288+72		3			Leuchtender Punkt.
6	6 45	280+72	280+70	2			sehr kurz.
169	9 25	(35+20)(45+26)(53+23,5)	3				

9. Bisher war vom planmässigen Beobachten die Rede. Vielfach werden aber auch zufällige Beobachtungen gemacht, die sich häufig gerade auf die interessantesten Meteore beziehen. Bei abendlichen Wegen im Freien nehme man stets eine Sternkarte für solche Fälle mit, entweder die vollständige, die man nach Art der topographischen Karten zusammenlegbar auf Leinwand ziehen lässt*) oder noch besser ein Exemplar der stummen Karte, vielleicht ein solches, das doch nahezu mit Eintragungen überfüllt ist und also ohne Schaden aufgefaltet oder auch zerschnitten werden kann. Wenn man augenblicklich nicht in der Lage ist, etwa an einer Strassenlaterne die nötigen Eintragungen zu machen, stelle man jedenfalls die Zeit so bald wie möglich fest, warte auch mit dem anderen Materiale nicht zu lange, weil es bei wissenschaftlichen Beobachtungen, die Wert haben sollen, nicht erlaubt ist, sich auf das Gedächtnis zu verlassen.

10. Es kommt vor, dass wir ein helles Meteor in der Dämmerung (selten sogar bei Tage) aufleuchten sehen, auch wol am teilweise bewölkten Himmel, der eine Übersicht der Fixsterne nicht gestattet. Solche Meteore werden natürlich in der Regel zufällig beobachtet. Die Festsetzung der scheinbaren Bahn kann auch hier mit leidlicher Genauigkeit ausgeführt werden,

*) Das Vergleichen der stummen Karte mit der vollständigen würde freilich hierdurch erschwert werden.

wie nachstehendes Beispiel zeigt. Wir sehen zu Anfang des Oktobers auf einem Spaziergange $6^h 20^m$ ein Meteor aufleuchten. Wir bleiben sofort stehen, prägen uns den Verlauf der Erscheinung ein und notiren alles wie sonst. Was aber die scheinbare Bahn angeht, so merken wir uns ihre Lage zu benachbarten irdischen Gegenständen, schreiben daher etwa folgendes auf: $6^h 20^m$: Weisse Feuerkugel mit 2^s zurückbleibender zersplitternder roter Schweifspur taucht über der hohen Fichte ungefähr in doppelter Höhe derselben über dem Erdboden auf, geht mit 45 Grad Neigung gegen den Horizont nach links herunter, erlischt funkensprühend zwei Mondbreiten links von dem niedrigeren Schornsteine des Meyer'schen Hauses. — Dann wird eingetragen, wo der Beobachter stand, etwa »dort wo die von der hohen Fichte zum Chaussee-Steine 2,3 gezogene Linie die vom Schornsteine der Brennerei zur Signalstange der Eisenbahn gezogene Linie schneidet.«

11. Man kann nun, wenn die Sternzeit der Beobachtung mit t_1 bezeichnet wird, später bei klarem Himmel zu einer beliebigen anderen Sternzeit t_2 an dieselbe Stelle sich begeben und nun auf der Karte ein gedachtes Meteor eintragen, welches sich in eben derselben Richtung von der Fichte zu dem Hause bewegen soll, wie das beobachtete sich wirklich bewegt hat. Man findet für das Aufleuchten und Erlöschen des gedachten Meteors bestimmte Örter. Die Deklinationen derselben passen genau für das wirkliche Meteor; die Rektascensionen muss man um den Unterschied der Sternzeiten vermindern, also, wenn etwa $t_2 - t_1 = 15^h = 225$ Grad ist, um 225 Grad.*) (Natürlich sind nötigenfalls 360 Grad zu addiren). Die Richtigkeit des ganzen Verfahrens erhellt sofort aus der täglichen Bewegung der Himmelskugel.

12. Zu gewissen Zeiten des Jahres begegnet die Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne grösseren Meteorschwärmen, und diese Zeiten sind daher durch grösseren Reichtum an Meteoren ausgezeichnet. Die Meteore scheinen dann vorzugsweise aus gewissen Gegenden des Fixsternhimmels hervorzukommen; doch sind diese Gegenden im folgenden nicht aufgeführt, um das Urteil des Beobachters nicht zu befangen. Die Zeiten dagegen sind folgende:

Januar 1 — 3; April 18 — 23; Juli 26 — 27; August 1 — 12 (stärkster Schauer August 9 — 11); Oktober 17 — 24; (November 13 — 15; November 23 — 25); Dezember 8.

Die Häufigkeit der sichtbaren Meteore in jeder dieser Perioden, und namentlich in der bedeutendsten, der August-Periode, hängt in erster Linie vom Mondlichte ab. Wachsender Mond vermindert abends, abnehmender Mond morgens die Zahl. Drei Tage vor und nach dem Vollmonde ist an regelmässiges Meteor-Beobachten überhaupt nicht zu denken. Die beiden Perioden im November sind nur in gewissen Jahren, z. B. 1898—99 durch

*) Durch ein ähnliches Verfahren kann man für Venus den Ort in Bezug auf den Horizont eines bestimmten Beobachters aus der Sternkarte bestimmen. Es ist dann häufig leicht, den Planeten bei Tage zu finden, und zwar nicht zur Zeit des grössten Glanzes.



reiche Sternschnuppenfälle ausgezeichnet. Da jedoch Überraschungen hierbei nicht ausgeschlossen sind, so tut man gut, auch in anderen Jahren bei Abwesenheit des Mondlichtes an den betreffenden Tagen sorgfältig auf die Häufigkeit und Richtung der Meteore zu achten! Bei sehr reichem Meteorfalle (im August) muss die Arbeit unter mehrere Beobachter verteilt werden.«

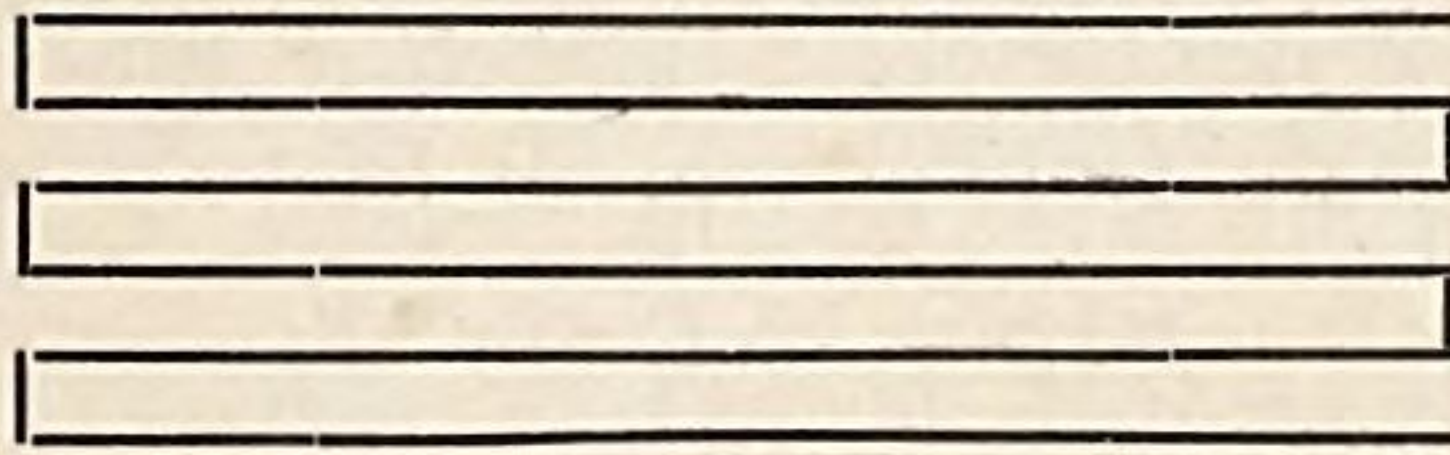
7. Beobachtungen von Kometen und Nebelflecken.

Zur Beobachtung von Kometen und Nebelflecken eignen sich besonders lichtstarke Fernrohre von grossem Gesichtsfelde, also sogenannte Kometensucher (s. S. 8, 14, 15). Sind dieselben parallaktisch montirt und mit Aufsuchungskreisen versehen, so bieten sie den Vorteil, die Lage eines gefundenen kometenähnlichen Objektes sofort bestimmen und mit dem Kataloge der Nebelflecke vergleichen zu können. Sonst verliert man seine Zeit nutzlos mit dem Identifiziren des Objektes. Denn teleskopische Kometen sehen den Nebelflecken so ähnlich, dass sie von diesen nur durch ihre Bewegung zu unterscheiden sind. Hat man deshalb ein verdächtiges Objekt gefunden, so muss man, wenn man keine Kreise hat (in welchem Falle aber auch parallaktische Montirung keinen Wert hat), den Ort derselben durch Anschluss an den nächsten bekannten Stern bestimmen und hierauf im Nebelkataloge (Dreyer, »A new General Catalogue of Nebulae and Star-Clusters«, London 1888) nachsehen, ob die gefundene Lage jener eines bekannten Nebelfleckes entspricht. Ist dies nicht der Fall, so sieht man am nächsten Abende nach, ob das Objekt seine Stellung verändert hat oder nicht (im letzteren Falle könnte es ein neuer Nebelfleck sein). Wenn ja, beobachtet man noch einen dritten Abend, und hat sich auch da eine Veränderung in der Lage gezeigt, so telegrafirt man seine Entdeckung an die »Centralstelle« Kiel. (Das kann man schon am zweiten Abende tun, wenn die Ortsveränderung unzweifelhaft ist.) Für jede Entdeckung eines neuen, nicht erwarteten Kometen erhält man (ohne eigenes Ansuchen) eine Medaille.

Zum Suchen von Kometen eignet sich am besten ein Kometensucher von mindestens 8, am besten 16 Centimetern Öffnung und Brennweite 1 : 8, höchstens 1 : 10, mit 20 — 30facher Vergrösserung und 2 Grad, mindestens $1\frac{1}{3}$ Grad Gesichtsfeld, wobei man jedoch stets ein Okular von 60—80facher Vergrösserung für alle Fälle zur Hand halte.

Um die Kometenjagd mit Aussicht auf Erfolg zu betreiben, muss man jedoch den Himmel planmässig durchmustern, und zwar in der Weise, dass man das Fernrohr in Deklination festklemmt und dann das ganze Gesichtsfeld auf helle Stellen prüft. Selbstverständlich in völliger Dunkelheit, und nachdem sich die Augen bereits eine Viertelstunde an diese gewöhnt haben. Dann rückt man das Fernrohr um ein solches Stück nach links (in Rektascension), dass die Sterne, welche sich früher links im Gesichtsfelde befanden, nunmehr rechts stehen, worauf man abermals das letztere durchmustert. So treibt man es weiter, bis der Rand der Klappe weiteres Linksrücken vereitelt. Dann verschiebt man das Fernrohr in Deklination so weit

nach oben oder unten, dass die Sterne, welche früher oben, bzw. unten sichtbar waren, es nun unten, bzw. oben sind, und geht diesmal in der Richtung nach rechts (in Rektascension) weiter. Auf diese Art durchmustert man den Himmel ungefähr in folgenden Linien:



so dass ein in dieser Gegend etwa wirklich vorhandener Komet dem Beobachter nicht entgehen kann.

Das Zeichnen von bereits entdeckten teleskopischen Kometen hat für den Amateur ebensowenig Interesse oder Wert, wie jenes der Nebelflecke, weil heutzutage die Photographie die Darstellung dieser Himmelskörper viel besser besorgt, als der beste Zeichner. Jedoch kann ein Amateur auch durch spektroskopische Beobachtungen von Kometen oder deren genaue Positionsbestimmung Verdienstliches leisten.

Bei Beobachtung von Nebelflecken beginne man mit der schwächsten Vergrößerung und nehme nach der Reihe immer stärkere Okulare, bis man sieht, dass eine Steigerung der Vergrößerung zwecklos ist. Dabei notire man sich die Unterschiede, so wie dies im Beispiele auf Seite 48 zu sehen.

8. Messungen mit dem Mikrometer.

a) Mit dem Ringmikrometer.

Hat man ein Ringmikrometer (siehe Fig. 26, Seite 34), so beobachtet man die Ein- und Austritte der Sterne am Ringe, indem man notirt, wann der Stern hinter dem äusseren Ringrande (rechts) verschwand, wann er dann bei dem inneren Ringrande (rechts) hervorkam, wann er hinter dem inneren Ringrande (links) verschwand, und wann er hinter dem äusseren Ringrande (links) wieder auftauchte. Das Mittel aus diesen vier Notirungen giebt die genaue Zeit der Meridian-Passage des Sternes.

Um auch den Deklinationsunterschied zweier Sterne messen zu können, muss vorerst der im Bogen ausgedrückte Durchmesser des Kreises durch Sternpassagen, nach Anleitungen 22—29 des dritten Theiles, genau bestimmt werden. Wenn dies geschehen ist, achte man beim Beobachten noch besonders darauf, dass beide Sterne eine möglichst kleine Sehne beschreiben.

Haben beide Sterne nahezu gleiche Deklination, und ist dieselbe bei dem einen bekannt, so kann man mit Hilfe der beobachteten Zeiten der Ein- und Austritte auch den δ -Unterschied finden. Bedeutet nämlich t den in Zeitsekunden ausgedrückten Zeitunterschied zwischen Ein- und Austritt, so ist

$$\mu = 15 t \cos \delta,$$

also μ die Länge der halben vom Sterne durchlaufenen Sehne ausgedrückt in Bogensekunden. Setzt man nun

$$\sin \varphi = \frac{\mu}{r}$$

(wo φ die Polhöhe und r den Halbmesser der Kreisöffnung bedeuten), so ist

$$d = r \cos \varphi,$$

also d die senkrechte Entfernung der Sehne vom Mittelpunkte, d. h. die Deklinationsdifferenz des Mittelpunktes und des Sternes.

Ist dann t' der Zeitunterschied zwischen Ein- und Austritt für den zweiten Stern, und δ' seine Deklination, so ist

$$\mu' = 15 t' \cos \delta'$$

(also μ' die halbe Sehne) und für

$$\sin \varphi' = \frac{\mu'}{r}$$

wird

$$d' = r \cos \varphi',$$

also $d' =$ dem Deklinationsunterschiede des Sternes und des Mittelpunktes. Demnach ist der Deklinationsunterschied beider Sterne

$$D = d \pm d' = r (\cos \varphi \pm \cos \varphi'),$$

wobei das untere oder obere Zeichen zu nehmen ist, je nachdem die durchlaufenen Sehnen auf derselben oder auf entgegengesetzten Seiten des Mittelpunktes liegen.

Bei grösserem Deklinationsunterschiede der beiden Sterne muss μ' zunächst $= 15 t' \cos \delta$ gesetzt und nach erhaltenem Werte von δ' neu gerechnet werden. Weicht der neue Wert vom früheren merklich ab, so führt man die Rechnung nochmals mit dem neuen μ' durch und erhält ein verbessertes d' .

b) Messungen mit dem Fadenmikrometer.

Das wichtigste Erfordernis eines guten Fadenmikrometers ist eine vollkommen gleichmässig gearbeitete Schraube. Man hat also zuerst deren Gang zu prüfen, was bei besseren Mikrometern durch eine Gegenschraube gleicher Ganghöhe erleichtert wird. (Man sieht diese mit Trommel versehene Gegenschraube in Fig. 28 rechts unten — während sie in Fig. 65 mit v' bezeichnet ist.)

Um die etwa nötige Korrektur der Ablesungen zu finden, verfährt man folgendermassen: Die beweglichen Fäden werden der Reihe nach am Mittelfaden rechts und links abgelesen; erst bei 0, dann bei 0,1 R, dann bei 0,2 R u. s. f. bis 0,9 R. Wenn dann u die an der Trommel gemachte Ablesung bezeichnet, so ist die daran anzubringende Korrektur von der Form:

$$a_1 \cos u + b_1 \sin u + a_2 \cos 2u + b_2 \sin 2u + \dots$$

Die Unregelmässigkeiten werden sich bei den einzelnen Schraubengängen wiederholen, so dass man die Koeffizienten a_1 b_1 u. s. w. für die verschiedenen Schraubengänge als gleich annehmen kann. Man wird diese Annahme wenigstens für mehrere aufeinander folgende Schraubengänge machen können und die Koeffizienten aus dem Mittel der bei mehreren solchen Schraubengängen gemachten Beobachtungen bestimmen und dann diese Bestimmung für verschiedene Teile der Schraube wiederholen.

Wenn man eine lineare Entfernung, deren wahrer Wert gleich f ist, durch Einstellung des Mikrometerfadens auf die beiden Endpunkte dieser Entfernung misst, so hat man, wenn u und u' die Angabe der Schrauben für den Anfang und das Ende sind:

$$f = u' - u + a_1 (\cos u' - \cos u) + b_1 (\sin u' - \sin u) + a_2 (\cos 2u' - \cos 2u) + b_2 (\sin 2u' - \sin 2u) + \dots$$

Wenn nun dieselbe Entfernung von verschiedenen Stellungen der Schraube aus gemessen wird, indem man zuerst bei 0,00 R beginnt, (d. h. falls die Trommel 0,00 R zeigt, wenn sich der Mikrometerfaden beim Anfangspunkte des zu beobachtenden Objektes befindet,) dann von 0,10 R, 0,20 R u. s. f. für jedes Zehntel durch die ganze Umdrehung der Schraube, so ist anzunehmen, wenn die Koeffizienten a_1 b_1 u. s. w., wie es bei einer guten Schraube doch immer der Fall sein sollte, klein sind, dass f gleich dem Mittel aller beobachteten Werte von $u' - u$ ist, ebenso darf auch $u + f$ statt u' gesetzt werden. Wenn dann f dieses Mittel bezeichnet, so giebt jeder beobachtete Wert von $u' - u$ die folgende Gleichung:

$$\begin{aligned} u' - u - f &= 2 a_1 \sin \frac{1}{2} f \cdot \sin (u + \frac{1}{2} f) \\ &- 2 b_1 \sin \frac{1}{2} f \cos (u + \frac{1}{2} f) + 2 a_2 \sin f \sin (2u + f) \\ &- 2 b_2 \sin f \cos (2u + f) + \dots, \end{aligned}$$

und man erhält dann aus allen zehn Gleichungen dieser Beobachtungsreihe, da die Werte von u die ganze Peripherie durchlaufen:

$$\begin{aligned} 10 a_1 \sin \frac{1}{2} f &= \Sigma (u' - u - f) \sin (u + \frac{1}{2} f) \\ 10 b_1 \sin \frac{1}{2} f &= - \Sigma (u' - u - f) \cos (u + \frac{1}{2} f) \\ 10 a_2 \sin f &= \Sigma (u' - u - f) \sin (2u + f) \\ 10 b_2 \sin f &= - \Sigma (u' - u - f) \cos (2u + f), \end{aligned}$$

aus welchen Gleichungen sich dann die Werte der Koeffizienten berechnen lassen.

Die periodischen Ausgleichungen der Schraube muss man dann an allen Ablesungen der Schraubentrommel anbringen, jedoch lassen sich die Beobachtungen auch so anordnen, dass man dadurch die periodischen Glieder ganz eliminiert.

Wenn man nämlich eine Entfernung so misst, dass die Schraube zu Anfang die Stellung $-0,25$ R, dann $+0,25$ R hat, so dass also U bei beiden Beobachtungen -90 Grad und $+90$ Grad wird, so heben sich in den beiden Ausdrücken für f die in den Sinus und Cosinus der einfachen Winkel multiplizierten Glieder auf, so dass das Mittel aus den beiden Beobachtungen frei von diesen Gliedern sein wird. Ebenso erhält man f von diesen sowohl, als auch von den vom zweifachen Winkel abhängenden Gliedern frei, wenn man die Messung fünfmal wiederholt, indem man hintereinander von den Stellungen der Schraube $-0,4$ R, $-0,2$ R, $0,0$ R, $+0,2$ R, $+0,4$ R ausgeht.

Mit Hilfe der obenerwähnten Gegenschraube kann man mit der Hauptschraube an ihren verschiedenen Teilen die Zwischenräume der festen Fäden selbst messen und daraus die eben beschriebenen Korrekptionsfehler ableiten.

Zur Reduktion der Messungen muss man den Wert einer Schraubenumdrehung kennen, den man nach Anleitungen 23 und 24 des dritten Teiles erhält. Doch sei bemerkt, dass sich der gefundene Wert nur auf die Tem-

peratur bezieht, bei welcher er bestimmt wurde. Da sich die Brennweite des Objektivs und die Höhe des Schraubenganges mit der Temperatur ändern, so müsste man, streng genommen, nach der Formel $R = a - b(t - t^0)$ vorgehen, in der man aus den verschiedenen Werten die wahrscheinlichsten Werte nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmen muss. Ich habe jedoch gefunden, dass der Unterschied von R (d. h. des Umdrehungswertes der Mikrometerschraube) bei verschiedenen Temperaturen (wenigstens bei uns) so geringfügig ist, dass er von den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern übertroffen wird und daher ganz gut vernachlässigt werden kann.

Will man nun z. B. den Durchmesser des Jupiter messen, so verfährt man in folgender Weise. Zunächst bringt man den Kasten (F in Fig. 29) in den Positionswinkel der Jupiter-Axe, der bereits in den Ephemeriden angegeben ist, oder man stellt den Deklinationsfaden genau parallel zu den Streifen des Jupiter. Dann bringt man letzteren hinter den mittleren festen Faden, so dass dieser sich von dem glänzenden Planeten scharf abhebt. *) Dann stellt man die Trommel der Hauptschraube auf 0, stellt mit der Gegenschraube v' den beweglichen Faden dicht neben den festen, so dass beide sich eben berühren, liest die Trommel der Gegenschraube ab, dreht letztere weiter, so dass jetzt der bewegliche Faden, auf der entgegengesetzten Seite des festen stehend, diesen eben berührt, und liest wieder ab. Das Mittel zwischen diesen beiden Ablesungen ergibt die Koincidenz (das Zusammenfallen) beider Fäden, in welche man sie jetzt bringt.

Nun decken sich beide Fäden, und der Index der Hauptschraube zeigt 0,00 R. Jetzt stellt man den rechten Rand des Planeten so an die übereinanderliegenden Fäden, dass er deutlich berührt wird, und dreht die Mikrometerschraube langsam so weit, bis der bewegliche Faden den linken Rand des Planeten deutlich berührt. Hat man sich überzeugt, dass auch der feste Faden noch immer den rechten Rand des Planeten berührt, so liest man die Trommel ab und notirt es sich. Andernfalls muss man mit der Regulierungsschraube (U in Fig. 65) die beiden Fäden fein einstellen. (Hat man keine solche, kann man sich durch Drehen des δ -Feinbewegungsschlüssels helfen.) Wenn das Bild nicht ganz ruhig ist, kann man auch den Kunstgriff anwenden, auf der einen Seite den beweglichen Faden so weit vom Rande entfernt zu halten, als der feste Faden auf der anderen Seite in die Scheibe einschneidet, und sich durch einen leisen Druck am Fernrohre zu überzeugen, dass die Fäden den Planeten genau einschliessen.

Fig. 64 veranschaulicht die Stellung im Augenblicke der Messung. Dabei bezeichnen:

- f = feste Fäden,
- b = beweglicher Faden,
- d = Deklinationsfaden,
- a = Richtung der Bewegung des Jupiter.

*) Je nachdem man das Okular verschiebt, erscheinen die Fäden scharf oder verschwommen; vor allem muss man also das Okular so tief hineinschieben, dass die Fäden vollkommen scharf erscheinen.

Hat die Schraube keinen toten Gang, d. h. fällt bei ihrem Zurückdrehen die Koincidenz beider Fäden wieder mit dem Nullpunkte des Index zusammen, so kann man die Messung ohne weiteres wiederholen; sonst tut man besser, zuerst den Planeten rechts vom festen Faden zu messen, (wobei der bewegliche Faden bei b' steht) ihn dann, wenn beide Fäden koincidiren, durch die Feinbewegungsschraube auf die linke Seite zu bringen und die Mikrometerschraube weiter zu drehen, bis der bewegliche Faden bei b steht (Fig. 64). In diesem Falle giebt die Hälfte der Ablesung den Durchmesserwert.

Zum besseren Verständnisse des Gesagten verweise ich auf Fig. 64. Der punktirte Planet A zeigt die Stellung beim Beginne dieser Messung, der punktirte Planet B jene bei ihrem Schlusse.

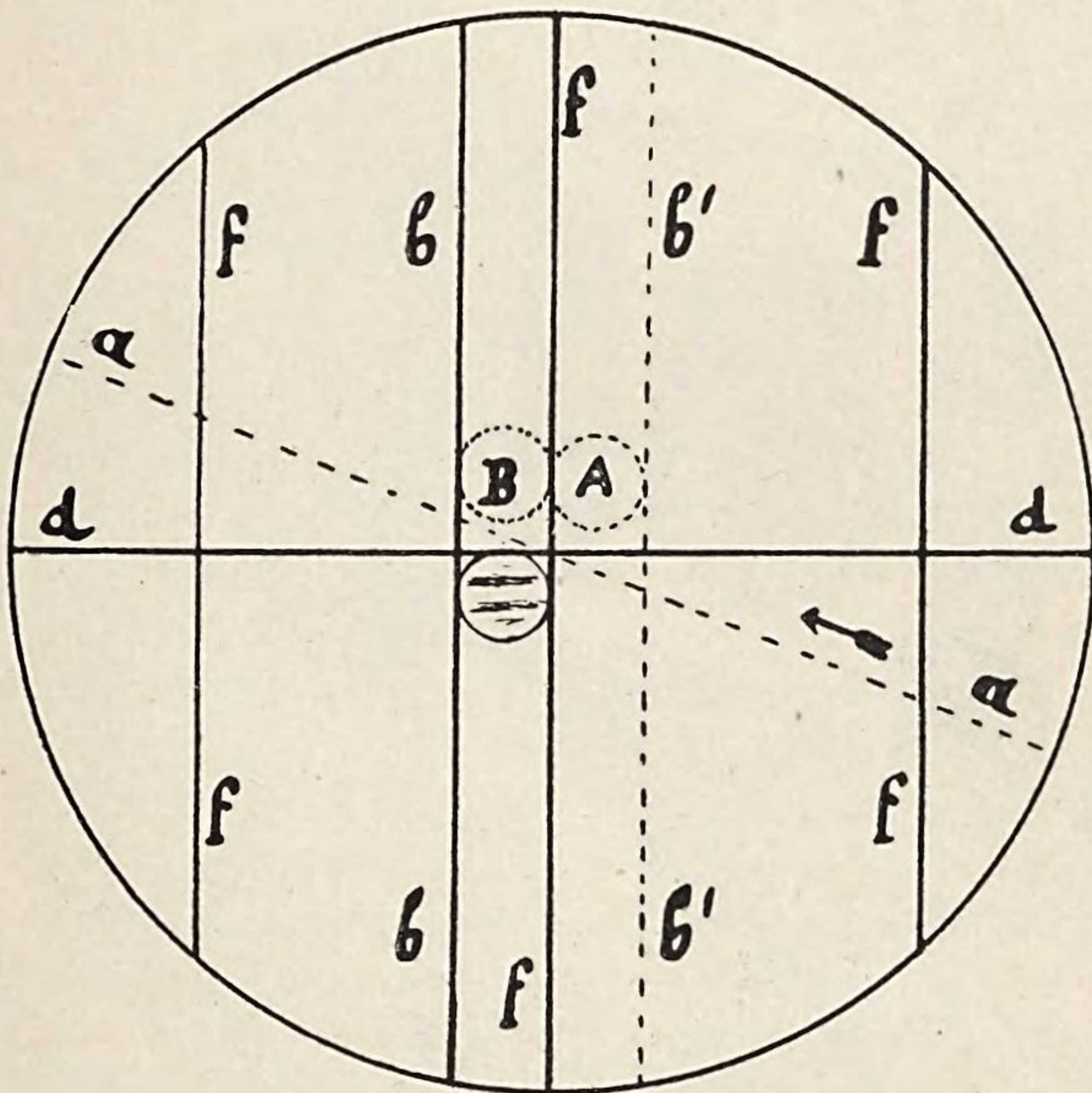


Fig. 64. Messung eines Planeten.

Um dann den Polardurchmesser zu messen, dreht man den Kasten um 90° , so dass der feste Faden den Südpol, der bewegliche den Nordpol berührt. Fallen nach Drehung der Schraube die beiden Fäden zusammen, liest man den Index ab, schiebt den Planeten so weit hinauf, dass jetzt sein Nordpol die beiden übereinanderliegenden Fäden berührt, und dreht weiter, bis der bewegliche Faden den Südpol berührt, während der feste noch am Nordpole anliegt. Dann liest man wieder ab, und das Mittel beider Ablesungen giebt den Polardurchmesser. Will man ganz sicher gehen, so dreht man in allen Fällen den Kasten um 180° und misst nochmals. Die Messungen der Streifen mache ich z. B. immer so, dass einmal der Nordpol und einmal der Südpol am festen Faden liegt, und dass ich einmal beim Südpole und das andere Mal beim Nordpole beginne, so dass also jede der vier Messungen

unter anderen Verhältnissen stattfindet, wodurch sich die Beobachtungsfehler so ziemlich ausgleichen. Das Mittel der vier Messungen wird dann notirt und nach Anleitungen 31 und 34 (dritter Teil) reduziert.

Die Fäden sollen die Planetenränder so stark berühren als nur möglich, doch dürfen sie nicht sichtlich in sie einschneiden.

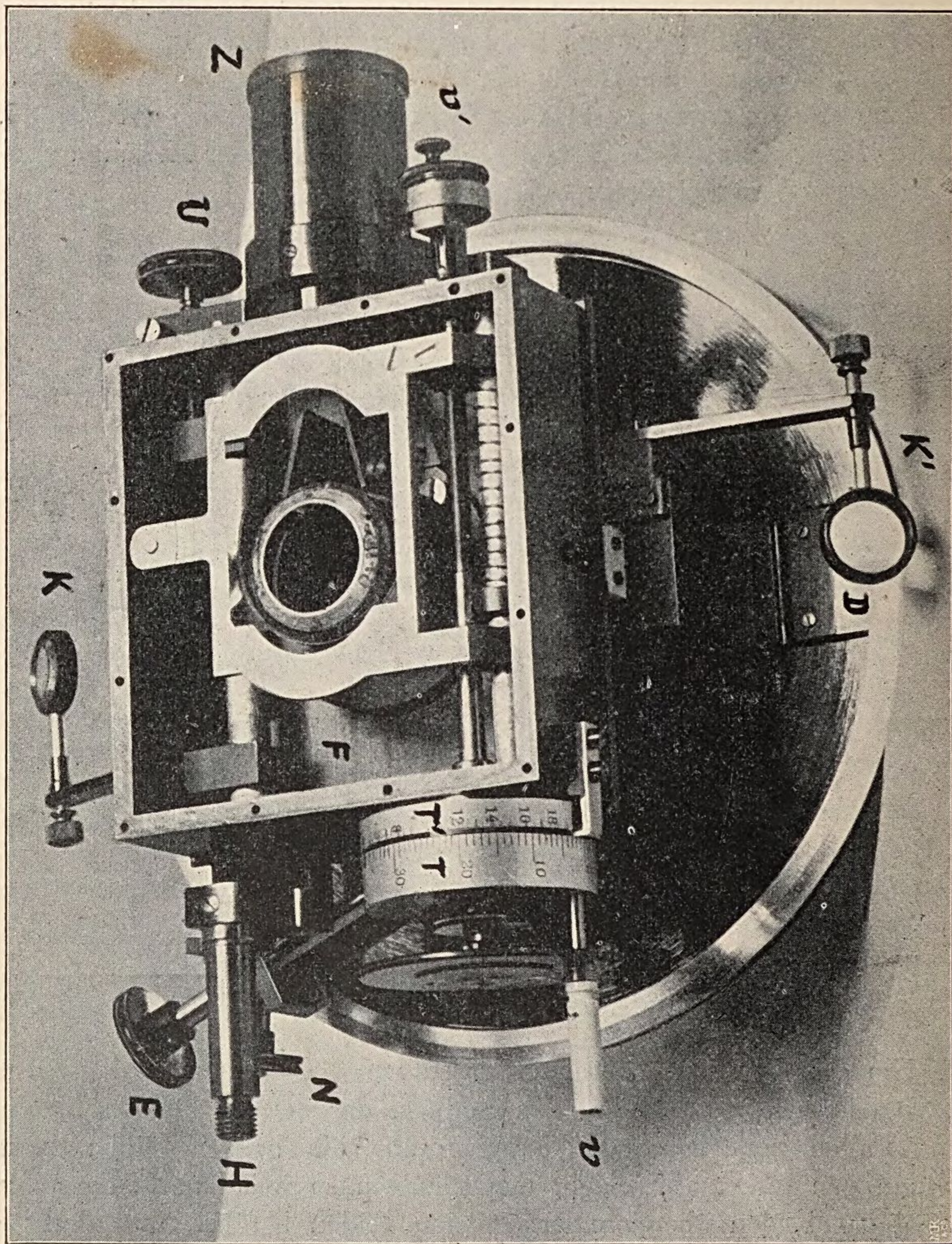


Fig. 65. Innere Ansicht des Manora-Mikrometers.

Beim Messen von Doppelsternen verfährt man so, dass man zuerst den Hauptstern in den Mittelpunkt des Fadenkreuzes bringt und dann den Mikrometerkasten so dreht, dass der Deklinationsfaden (a b in Fig. 27 auf S. 34) den zweiten Stern mitten durchschneidet. Sind so beide Sterne durchschnitten (»Bissektion«), bringt man den beweglichen Faden (in Fig. 27 ohne Buchstaben punktirt) so an den Nebensterne heran, dass derselbe ebenfalls halbirt ist, und

liest die Trommel ab; dann dreht man die Mikrometerschraube so lange, bis der bewegliche Faden den festen (c' d') deckt (kann diese Ablesung zur Kontrolle auch notiren), dreht dann den Mikrometerkasten um 180° und setzt hierauf das Drehen der Mikrometerschraube so lange fort, bis der bewegliche Faden abermals den Nebenstern schneidet. Dann liest man wieder die Trommel ab, und der halbe Unterschied zwischen dieser und der ersten Ablesung giebt uns die Distanz beider Sterne. (Wie man ihren Positionswinkel bestimmt, siehe S. 34.)

Wenn die Distanzen so gering sind (oder die betreffenden Objekte so schwach), dass direkte Messung nicht möglich ist, muss man zur indirekten greifen; d. h. man schätzt die Distanz entweder nach der Dicke des Fadens (oder zweier sich eben berührender) ab oder nach dem Zwischenraume zwischen beiden Fäden.

In letzterem Falle muss man jedoch die Dicke der Fäden abrechnen, die man überhaupt vorher schon kennen muss. Die Dicke des festen Fadens lässt sich direkt messen, jene des beweglichen indirekt (direkt mit der Gegenschraube v' [Fig. 65] nur dann, wenn deren Trommel fein geteilt ist), indem man seine Dicke nach einem gleich grossen Zwischenraume zwischen ihm und dem festen Faden abschätzt.

Hat man mehrere feste und bewegliche Fäden, so ist es gut, deren Abstände genau zu messen, weil man dann bei weit voneinander entfernten Sternen, statt ein paar Dutzend Rotationen zu machen, den bereits bekannten Wert der Zwischenräume in Rechnung ziehen kann und nur den Abstand des letzten Fadens vom Sterne mit der Schraube zu messen braucht.

9. Beobachtungen mit dem Passagen-Instrument.

a) Beschreibung und Aufstellungskorrektion.

Bevor wir dem Amateur Anleitungen zur Beobachtung mit dem Passagen-(Transit-, Durchgangs-) Instrument geben, müssen wir ihn mit dessen Mechanismus bekannt machen, zu welchem Zwecke wir ihn auf Fig. 66 verweisen.

L ist ein Fernrohr, das in den Lagerstützen B hängt, die senkrecht auf dem Sockel S stehen, der seinerseits auf den drei Fusschrauben V (in der Zeichnung unsichtbar) V' und V'' ruht. Letztere stehen wieder auf den Untersätzen c c' c'' , von denen sich c'' durch die Schraube z verschieben lässt, wodurch das Instrument im Azimut korrigirt werden kann.

A ist die Axe des Fernrohres, und zwar hohl, um durch die Lampe D das Feld des Fernrohres beleuchten zu können (behufs Sichtbarmachung der Fäden). Auf ihr senkrecht steht der Deklinationskreis C, der mittelst Verniers v Minuten ablesen lässt. Dieser Kreis ist beweglich und wird erst dann geklemmt, wenn das Instrument richtig aufgestellt ist. Dann bewegt er sich gleichzeitig mit dem Fernrohre um dessen Axe A, auf deren anderer Seite die Klammer P durch die Druckschraube K an die Axe gepresst wird. P besitzt am Ende einen Federpuffer m und eine Schraube n, mittelst welcher

P und damit L in der Meridian-Ebene etwas verschoben werden kann (um den Stern mit Genauigkeit auf den horizontalen Faden des Mikrometers M zu bringen).

N ist eine Libelle (zur Feststellung der Horizontalität der Drehungsaxe), die durch die Schraube s rektifiziert werden kann, auf F steht und sich umlegen lässt. o ist das Okular des Mikrometers M, welches einen horizontalen (Deklinations-) Faden und mehrere vertikale (Rektascensions-) Fäden enthält — alle fest —, während ein auf Schlitten beweglicher Faden mit den vertikalen parallel steht. Die Fadenplatte lässt sich richtig stellen; um den Meridians-

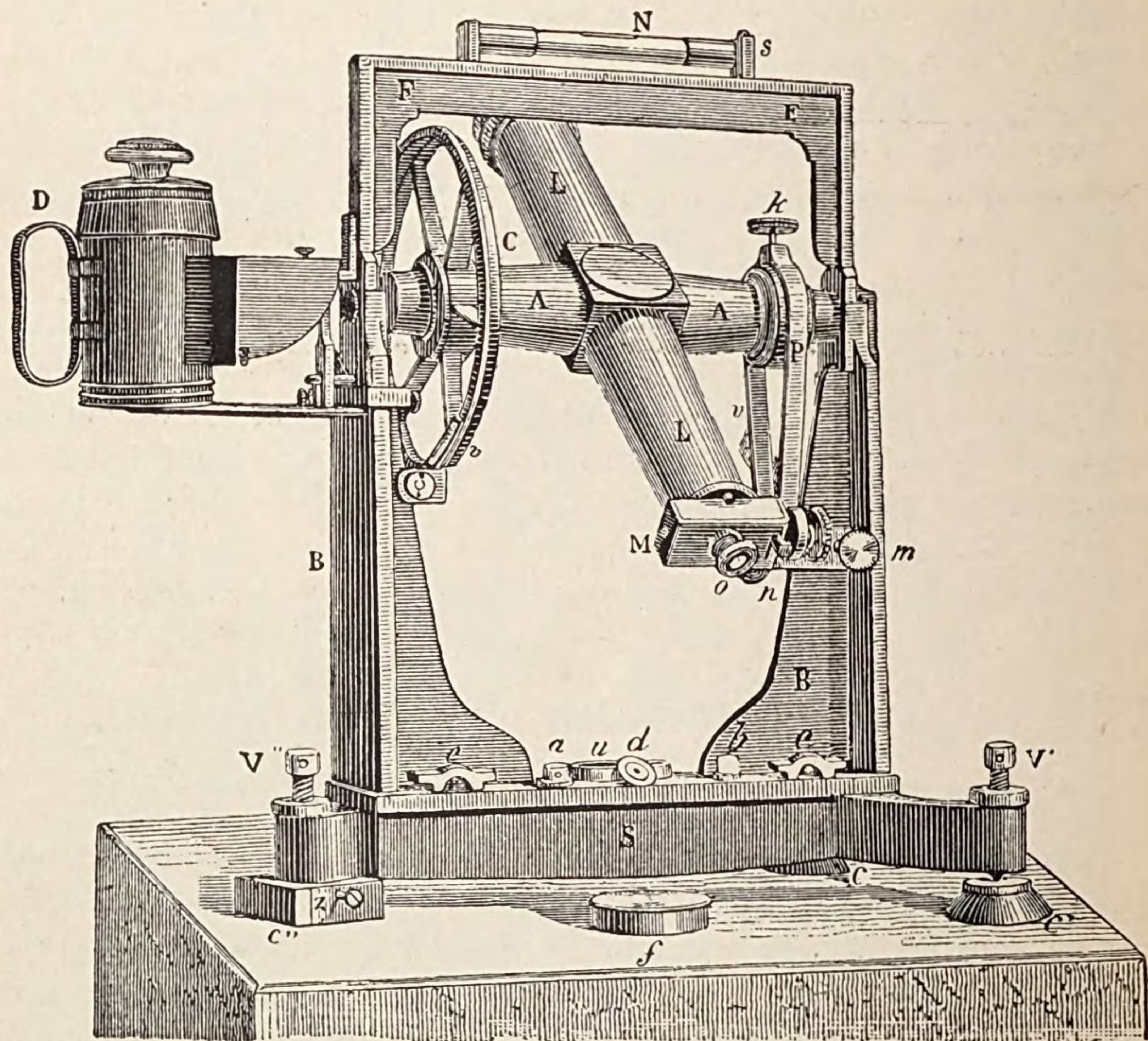


Fig. 66. Durchgangs-Instrument von Secretan.

faden zu centriren, genügt es, eine der Mikrometerschraube entgegengesetzte Schraube zu drehen, worauf dann die Fadenplatte durch zwei andere Schrauben geklemmt wird. Ebenso stellt man die vertikalen Fäden richtig, indem man sie nach Lockerung zweier Schrauben in die entsprechende Lage bringt und dann die Schrauben wieder festzieht.

Die kleinen Geräte auf und vor dem Fussgestelle sind: d = Blendglas zu Sonnenbeobachtungen; b = Reflexionsprisma; a dient zu Nadirbeobachtungen; e e giebt man auf die Zapfen, wenn man die Libelle wegnimmt; f = Objektivkappe; u = Quecksilberschüssel zur Bestimmung des Zenithpunktes.

Am besten stellt man das Durchgangs-Instrument im Garten auf, wobei man jedoch sowohl den Polarstern als auch möglichst tief im Süden des Meridians soll beobachten können. Kleine Instrumente können auf einen Steinpfeiler gesetzt und mit einer Zinkhaube bedeckt werden, die gegen Regen und Wind Schutz gewähren soll. Grössere Instrumente erfordern eine eigene Hütte mit Meridianspalt. Das einfachste in dieser Art dürfte die in Klein's »Durchmusterung«, S. 27 dargestellte Hütte sein.

Die annähernde Aufstellung des Durchgangs-Instrumentes geschieht so wie jene eines Refraktors. (Siehe S. 50 ff.)

Die horizontale Lage der Drehaxe bestimmt man durch die Libelle N*), die vertikale Lage des Rohres L annähernd durch ein Senkblei.

Wie oben geschildert, ermöglichen die Fussschrauben eine Veränderung der Axenneigung und eine Verschiebung im Azimut. Bevor man letztere Korrektur unternimmt, muss man sich vergewissern, wie gross die Verschiebung für eine Schraubenumdrehung ist. Zu diesem Zwecke stellt man einen Äquator-Stern ein und notirt die Zeit seiner Passage durch den Mittelfaden. Hierauf dreht man schnell die Nordschraube um eine volle Drehung (wodurch der Faden gegen Westen verschoben wird) und notirt abermals die Zeit der Passage desselben Sternes durch den Mittelfaden. Der Unterschied beider Durchgänge (in Sekunden) multipliziert mit 15 giebt dann an, um wie viele Bogensekunden eine volle Drehung das Instrument im Azimut verschiebt.

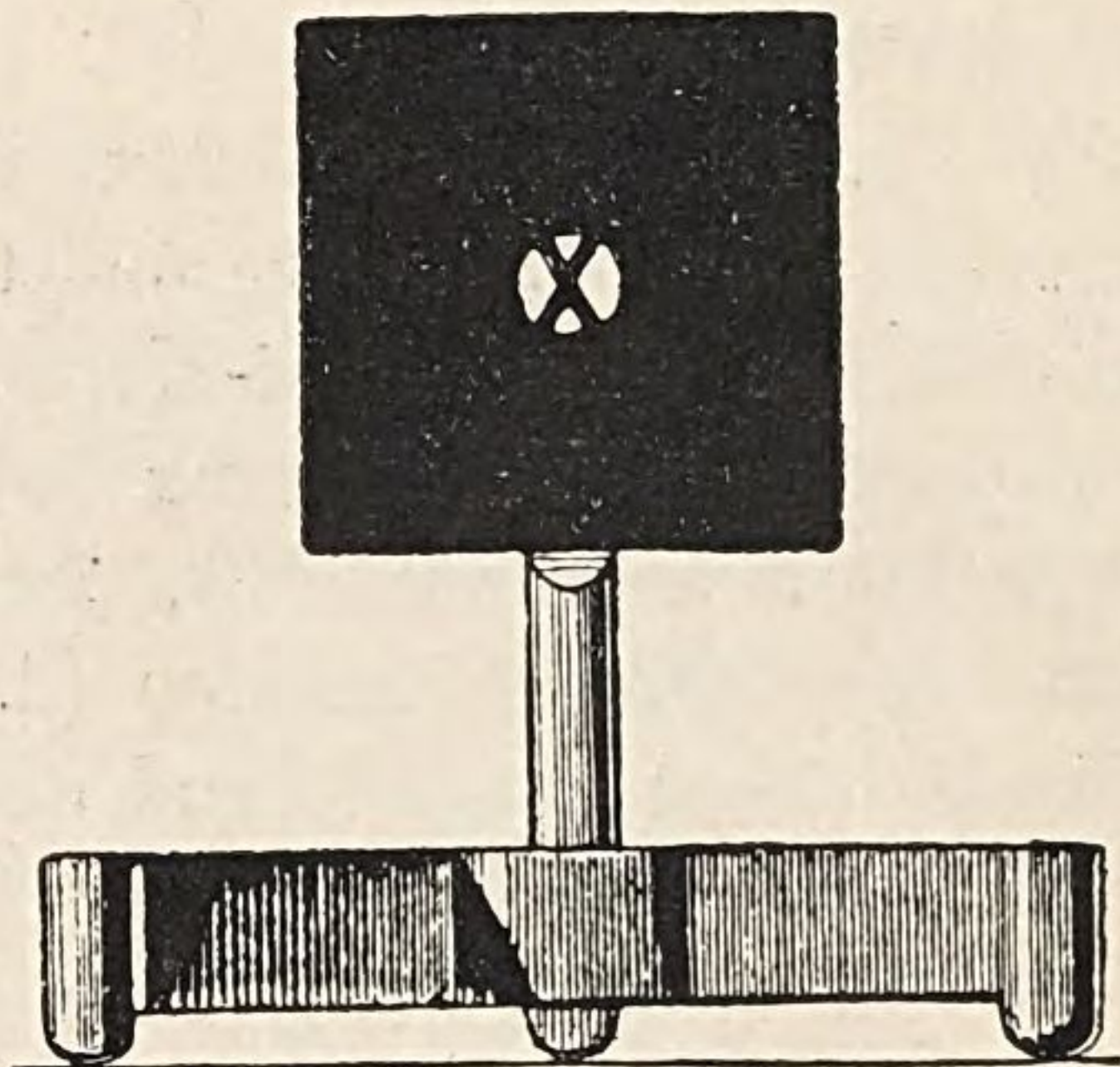


Fig. 67. Meridian-Marke.

Ein Durchgangs-Instrument soll folgenden Bedingungen entsprechen, wenn seine Angaben richtig sein sollen:

1. Die Drehaxe muss vollständig horizontal sein. Dies erreicht man durch die Libelle N. Hat man diese umgelegt, so muss die Luftblase dieselbe Stellung einnehmen. Tut sie dies nicht, so notirt man die Differenz und korrigirt durch die Zugschraube V" die Hälfte derselben, legt abermals die Libelle um, korrigirt eine etwa gebliebene Differenz abermals um die Hälfte u. s. f., bis die richtige Lage erreicht ist. Gelingt dies überhaupt nicht, so liegt die Schuld an fehlerhafter Teilung der Libellen-Skala, in welchem Falle stets eine Korrektur angebracht werden muss.

(Die Libelle darf nicht an die Sonne kommen.)

2. Der Mittelfaden des Mikrometers muss vertikal stehen. Zu diesem Zwecke sollte man in der Lage sein, eine Meridian-Marke anbringen zu können, deren Aussehen aus Fig. 67 ersichtlich ist, in der man sich die Platte mit den X-förmigen Stäbchen schwarz vorzustellen hat. Man stellt sie auf eine solche Entfernung auf, dass man imstande ist, mit dem

*) Diese Axen müssen mit feinem Uhröl geölt und stets rein gehalten werden.

Fernrohre kleine Lettern eines Buches zu lesen, und bringt sie genau in den Brennpunkt des Fernrohres, was man daran erkennt, dass das X der Marke vollkommen scharf erscheinen muss. An der betreffenden Stelle (im Meridian) errichtet man einen Pfeiler, auf dem die Meridian-Marke derart befestigt wird, dass sie scharf erscheint und von dem weissen Hintergrunde absticht. Ihre Höhe über dem Boden muss so sein, dass man sie mit dem horizontal stehenden Fernrohre sehen kann. Vor jeder Beobachtung muss man sich dann überzeugen, ob das Instrument keine Verschiebung im Azimut erlitten hat, was man daran erkennt, dass der Mittelpunkt der Meridian-Marke nicht mit dem Mittelfaden des Mikrometers zusammenfällt. In diesem Falle muss natürlich das Azimut korrigirt werden.

Wenn man die Meridian-Marke anvisirt, das Fernrohr hebt und senkt, und dabei das Bild hinter dem Mittelfaden in seiner ganzen Länge gleich bleibt, so steht der Mittelfaden vertikal. Andernfalls muss man die Mikrometerplatte in der auf Seite 106 angegebenen Weise drehen und dann wieder klemmen.

3. Die optische Axe des Fernrohres muss senkrecht zur Drehaxe stehen. Dies ergründet man am besten und sichersten durch einen künstlichen Quecksilber-Horizont, für den das Instrument, Fig. 66, in u eine entsprechende Vorrichtung hat. Nachdem man auf das Okular den Nadir-Apparat a aufgesetzt hat, untersucht man, ob die Fäden des Mikrometers jene des Bildes schneiden (d. h. ob Bissektion stattfindet), wenn man die Zugschrauben entsprechend angezogen hat. Ist dies der Fall, so ist die dritte Bedingung erreicht.

In Ermangelung eines künstlichen Quecksilber-Horizontes kann man auch die Meridian-Marke verwenden, indem man sie anvisirt, dann das Fernrohr umlegt (d. h. seinen rechten Zapfen in jenes Lager legt, welches vorhin den linken Zapfen trug) und abermals visirt. Wenn die Marke (d. h. deren Mittelpunkt) beide Male dieselbe Lage einnimmt, so ist Bedingung drei ebenfalls erfüllt.

4. Die Drehaxe muss genau in der Richtung Ost-West liegen. Dies ersieht man daraus, dass ein Stern bekannter Rektascension genau dann den Mittelfaden passirt, wenn die momentane Sternzeit mit seiner Rektascension gleich ist. Das kann man freilich nur dann wissen, wenn man eine eben vollkommen genau zeigende Uhr hat; deshalb wird man gewöhnlich auf folgendes Auskunftsmittel angewiesen sein. Man wält zwei helle Fundamentalsterne (aus den Ephemeriden), deren Unterschied in α sehr klein, jener in δ jedoch sehr gross ist (der eine nahe dem Zenith, der andere am südlichen Himmel), und beobachtet hintereinander deren Durchgänge im Meridian. Wenn der in Sternzeit ausgedrückte Unterschied zwischen diesen beiden Durchgängen dem Rektascensions-Unterschiede der beiden Sterne gleich ist, so ist Bedingung vier erfüllt. Ist die Durchgangszeit-Differenz grösser als die α -Differenz so weicht das Fernrohr gegen Westen ab, ist sie kleiner, gegen Osten (vorausgesetzt, dass der Zenithstern dem Südsterne voranging). Im ersteren Falle korrigirt man mit der gegen Süden liegenden Azimut-Schraube, im

zweiten mit der nördlichen. Ging der Südsterne in α voraus, so gilt überall das Umgekehrte.

Kennt man, wie oben (S. 107) verlangt, den Wert einer Umdrehung der Azimutalschraube, so ist die Korrektion leicht, die man übrigens nach einigen weiteren, in gleicher Weise beobachteten Durchgängen bewerkstelligt haben wird.

5. Der Kreis soll so stehen, dass er 0 Grad, bzw. 90 Grad anzeigt, wenn das Fernrohr nach dem Pole gerichtet ist (je nachdem man Pol-distanz oder Deklination wünscht). Den Pol findet man, indem man den Polarstern (oder einen anderen Polstern) in oberer und unterer Kulmination beobachtet und bei beiden Beobachtungen die Korrektion für Refraktion richtig anbringt. Die Mitte zwischen diesen so korrigirten Höhen nimmt der wahre Nordpol ein.

Entspricht das Instrument diesen fünf Bedingungen, so hüte man sich, dieselben durch Unvorsichtigkeit wieder illusorisch zu machen. Nachdem es sich aber auch bei der grössten Sorgfalt nicht vermeiden lässt, dass sich seine Stellung ändert (schon durch Temperatureinflüsse), so muss man sich möglichst oft in der oben angedeuteten Weise davon überzeugen und nachreguliren.

Übrigens sei gleich bemerkt, dass es ein vollkommen allen diesen Bedingungen entsprechendes Instrument schon deshalb nicht giebt, weil nichts Menschliches vollkommen ist. Es werden also jedem Instrumente grössere oder kleinere Fehler anhaften, die bei den Beobachtungen in Rechnung gezogen werden müssen. Diese Fehler können dreierlei sein: 1. Kollimationsfehler; 2. Axenneigungsfehler; 3. Azimutalfehler.

Was 1. betrifft, so kennt ihn der Leser schon von S. 51 her. Man findet ihn, indem man die Meridian-Marke anvisirt, das Fernrohr in seinen Lagern wechselt und dasselbe tut. Findet sich beim Umlegen, dass der Mittelpunkt der Meridian-Marke nicht mehr den Mittelfaden schneidet, so bringt man den beweglichen Faden mit letzterem in Koincidenz, liest ab (die Ablesung sei m), dreht ihn hierauf so, dass er den Mittelpunkt der Marke schneidet, und liest wieder ab (die Ablesung heisse m'). Der Kollimationsfehler c ist dann gleich $\frac{m' - m}{2}$. Nachdem man aber den Wert einer Schrauben-

umdrehung kennt, notirt man sich den Wert des Kollimationsfehlers und dreht die betreffende Mikrometerschraube, bis der Faden, dessen man sich zuerst bedient hat, mit der Hälfte des gefundenen Fehlers übereinstimmt, wobei man das Okular gleichzeitig mit den Fäden verschiebt. Nachdem dies geschehen ist, wiederholt man den Vorgang, indem man sich des beweglichen Fadens bedient, um den Fehler immer mehr und mehr zu beseitigen. Der Unterschied zwischen beiden Ablesungen, der sich nicht mehr beseitigen lässt, wird in Bogen verwandelt und als Korrektion bei allen Durchgängen angebracht. Wenn δ die Polardistanz des Sternes ist, so lautet die Formel zur Berechnung dieser Korrektion:

$$\frac{1}{15} \cdot \frac{c}{\sin \delta}.$$

Wir haben hier angenommen, dass das Fernrohr nach seiner Umlegung in der direkten Lage stand, d. h. Kreis westlich, also Mikrometerschraube östlich. Wenn wir nun annehmen, dass in dieser Stellung $m' > m$ war, so ist die Korrektion negativ, muss also von der Durchgangszeit des Sternes abgezogen werden; wäre $m' < m$ gewesen, so hätte die Korrektion, weil positiv, dazu addirt werden müssen. Das Umgekehrte gilt natürlich für die Stellung »Kreis östlich«.

2. Neigungsfehler. Dieser lässt sich in der auf S. 108 angegebenen Weise durch Quecksilber-Horizont oder Marken-Anvisirung beseitigen, weshalb man vor und nach jeder Beobachtung das Instrument darauf untersuchen sollte.

3. Azimutfehler. Um diesen zu erkennen, genügt es, den beweglichen Faden so zu führen, dass die Trommel des Mikrometers die Ablesung des Azimuts der Meridian-Marke giebt, das man vorher schon notirt hat, als die optische Axe im Meridian stand. Der Abstand zwischen Marke und Faden ist der Azimutfehler des Fernrohres. Um ihn zu korrigiren, verschiebt man das Fernrohr mittelst der Azimutalschraube.

Nachdem die meisten Amateure wahrscheinlich die billigsten Passagen-Instrumente, also die in Fig. 68 dargestellten Heyde'schen (siehe Seite 40) anschaffen werden, füge ich noch hier deren Erklärung mit Etzold's Worten bei:

»Das kleinste Passagen-Instrument besteht aus dem Fernrohre Ob Ok, welches sich um eine horizontale, in bestimmter Richtung liegende und auf Trägern T, T_„ ruhende Axe A, A_„ dreht. Die Träger T, T_„ sind mit einer, auf drei Spitzen F, Sp, Sp (Sp ist nur einmal in der Figur sichtbar), ruhenden Fussplatte P P P verbunden, und zwar durch Guss aus einem Stück hergestellt. Das Fernrohr besteht aus: dem Objektiv Ob, dem Okular Ok, dem Hauptrohre Ob B und dem in diesem verschiebbaren (behufs scharfer Einstellung des aus zwei Linsen bestehenden astronomischen Okulars) Okulartrieb B Ok. Dieser ist auch um die Fernrohr-Längsaxe Ob Ok drehbar und wird gegen dieselbe, sowie das Objektiv, durch den Schraubenbolzen B festgestellt. Die Verbindung vom Objektiv-Mittelpunkte mit dem Fadenkreuz-Mittelpunkte wird die Visirlinie, Visur oder »Kollimationslinie« genannt. Zufolge der Verschiebbarkeit des Okularrohres im Hauptrohre hat man es in der Hand, das Fadenkreuz genau in den Brennpunkt des Objektivs bringen zu können, wo weit entfernte Objekte, wie die Gestirne, die schärfsten Bilder geben. Für nähere Gegenstände muss das Okularrohr etwas herausgezogen werden. Durch Drehen des Okularrohres um die Kollimationslinie kann man die Fäden vertikal, bezw. den Horizontal-Faden horizontal stellen.

Das Okular muss so gestellt werden, dass man die Spinnfäden scharf sieht. Häufig kommt es vor, dass Gestirne (Fixsterne oder Sonne) in grossen Höhen zu beobachten sind. In diesem Falle verwendet man, weil eine Beobachtung in gewöhnlicher Weise ausgeführt zu unbequem oder gar unmöglich würde, ein sogenanntes »Prisma-Okular« (in der Figur nicht mit angegeben), vor Ok zu stecken und zu befestigen. Dasselbe besteht aus einem rechtwinkligen Prisma in Fassung. Der vom Objektiv kommende Lichtstrahl fällt auf die unter 45 Grad gegen die Kollimationslinie geneigte Hypotenusen-

fläche und wird daher senkrecht zur ursprünglichen Richtung abgelenkt. Am Prisma-Okulare befindet sich, um einen kleinen Schraubenbolzen drehbar, noch ein Blendglas für Sonnen-Beobachtungen. Die Fäden-Beleuchtung erfolgt entweder durch die zur Hälfte hohle Fernrohr-Drehaxe A, A'' (was am vorteilhaftesten) oder durch einen »Illuminator« (in der Figur nicht mit angegeben), bestehend aus einem auf den Objektivkopf Ob zu steckenden Ringe, mit daran befindlichen kleineren, unter 45 Grad gegen die Kollimationslinie geneigten, ovalen Metallspiegel, auf welchen man das Licht einer seitlich gehaltenen Laterne fallen lässt, welches nach den Fäden reflektirt wird.

Um auf ein Gestirn nach vorhandenen Tabellen oder astronomischen Jahrbüchern einstellen zu können, dazu ist ein geteilter Kreis Kr vorhanden, welcher mit $A' A''$ fest verbunden ist. Als Einstell-Marken dienen die um Scharniere $S S$ dreh- und verstellbaren (behufs richtiger Winkel-Ablesung, die man auch noch durch die Fadenkreuz-Korrektions-Schraubchen f, f'' erreichen kann) sogen. »Klapp-Nonien« N, N'' , von denen an den Trägern je einer fest angebracht ist. Das Fernrohr wird zunächst mit freier Hand eingestellt; die letzte, feine Einstellung erfolgt dann mittelst der Mikrometerwerke M , und M'' (an jedem Träger eins befindlich). Zu diesem Zwecke wird die Klemmschraube Kl angezogen, wodurch der unterhalb befindliche Ring nebst zugehörigem (in der Figur durch das Fernrohr verdecktem) Arme in feste Verbindung mit der Axe $A' A''$ kommt. Das untere Ende des genannten Armes ist nun zwischen Mikrometerschraube M_s und durch Schraube

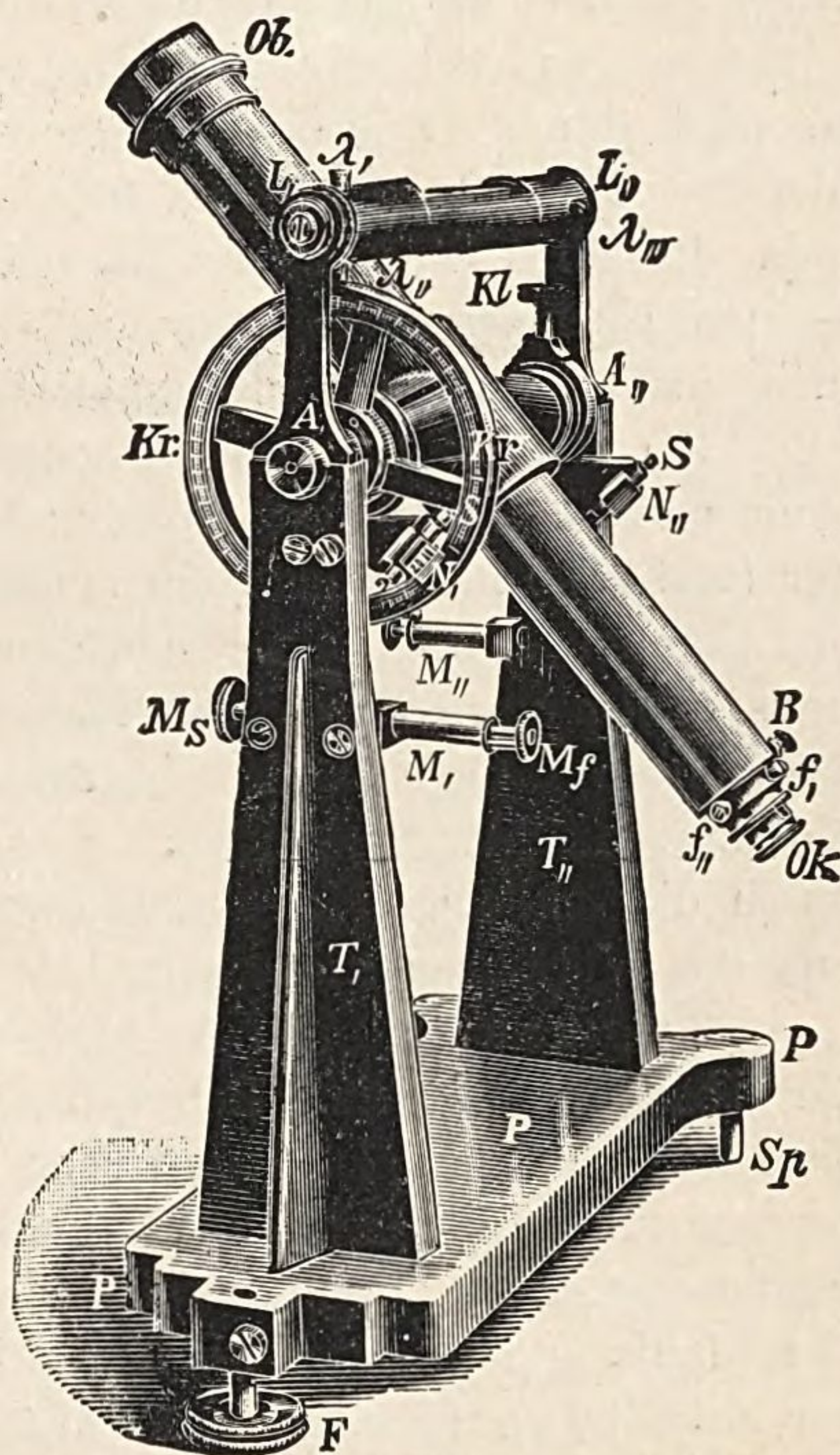


Fig. 68.

Durchgangs-Instrument von Heyde.

stellbarer Feder M_f des Mikrometerwerkes (M'') eingeklemmt und kann daher nun nur noch in horizontaler Richtung, durch Drehen von M_s bewegt werden; Axe A, A'' und Fernrohr müssen mitfolgen durch kleine, drehende Bewegung in vertikaler Ebene. Die Mikrometerwerke M , ebenso wie die Nonien N , sind doppelt vorhanden, damit man in beiden Lagen des Fernrohres und Kreises (in der 2. Lage würde Kr sich am Ende A'' befinden) beobachten könne, behufs Unschädlichmachung eines eventuellen Kollimationsfehlers, der sich auch noch durch Einstellung des mittleren Vertikal-Fadens auf ein irdisches Objekt (Hauskante, Blitzableiterstange u. s. w.), und zwar in beiden Fernrohrlagen feststellen und dann eventuell beseitigen lässt.

Zur Horizontal-Stellung der Fernrohr-Drehaxe A, A_{II} ist die Aufsatz- oder »Reiter«-Libelle $A, L, L_{\text{II}}, A_{\text{II}}$ vorhanden, an welcher sich die Korrekptions-Schraubchen $\lambda, \lambda_{\text{II}}, \lambda_{\text{III}}$ befinden. Ausserdem dient hierzu noch die Fuss-schraube F in der Fussplatte P, P_{II} , welche letztere durch sie um die beiden Spitzen Sp auf- oder abwärts geneigt werden kann, so dass die Drehung in einer durch Libelle L, L_{II} , Fernrohr-Drehaxe A, A_{II} und die Mitten der beiden Träger T, T_{II} gehenden Vertikal-Ebene stattfindet.

Wenn das Instrument nun richtig funktionieren soll, oder um mit demselben brauchbare Beobachtungen zu erhalten, muss: 1. Die Kollimationslinie senkrecht zur mathematischen Axe A, A_{II} sein — und 2. muss letztere genau horizontal liegen. Sind diese beiden Bedingungen erfüllt, so wird durch Drehen des Fernrohres die Kollimationslinie sich in einer Vertikal-Ebene bewegen, am besten in der Meridian-Ebene oder wenigstens nahe derselben (das Passage-Instrument wird auch in einer zur letzteren senkrechten Ebene, dem sogenannten »Ersten Vertikale«, verwendet, jedoch jetzt nicht mehr häufig, für uns kommen nur Meridian-Beobachtungen in Frage).

Zu Punkt 1. Um zu sehen, ob ein Kollimationsfehler vorhanden, stellt man, bei möglichst Horizontal-Lage von A, A_{II} , das Fernrohr so, dass der (vertikale) Mittelfaden ein entferntes irdisches Objekt (Blitzableiterstange, Hauskante u. s. w.) deckt. Alsdann legt man Fernrohr nebst Axe und Kreis vorsichtig um, so dass also Kr nach A_{II} kommt; so muss der Mittelfaden das anvisirte Objekt wieder decken, wenn $Ob \perp Ok \perp A, A_{\text{II}}$, also kein Kollimationsfehler vorhanden. Andernfalls wird die Hälfte der Abweichung durch die seitlichen Korrekptions-Schraubchen des Fadenkreuzes f, f_{II} beseitigt und das Verfahren wiederholt, bis sich keine Abweichung mehr zeigt.

Zu Punkt 2. Um A, A_{II} horizontal stellen zu können, muss zunächst die Libelle richtig sein. Behufs Prüfung der letzteren bringt man mittelst F die Blase zum Einspielen und setzt dann um, so dass das Ende L nach L_{II} kommt und umgekehrt. Spielt die Blase wieder in der Mitte ein, so ist kein Fehler vorhanden. Andernfalls wird die eine Hälfte der Abweichung durch F und die andere durch die Korrekptions-Schraubchen $\lambda, \lambda_{\text{II}}$ beseitigt (λ_{III} dient zur seitlichen Korrektion der Libellen-Röhre). Das Verfahren ist ebenfalls zu wiederholen, bis sich keine Abweichung mehr zeigt. Durch diese letztere Prüfung (2) wird zugleich auch die Fernrohr-Drehaxe mit horizontal gestellt.

Streng genommen, müssen allerdings dabei noch die beiden Bedingungen erfüllt sein, dass: 3. die Zapfen A, A_{II} gleich stark — und ausserdem 4. dieselben genaue Cylinder sind. Punkt 3 ist in Ordnung, wenn nach Umlegen des Fernrohres und Wieder-Aufsetzen der Libelle in derselben Lage die Blase wieder an derselben Stelle einspielt (kleine Abweichungen der Blase von ihrer vorigen Stelle sind kaum zu vermeiden, durch Sich-auflegen von Staubtheilchen auf Zapfen, Lager und Libellenfüsse während des Umlegens). Die Libellen-Röhre ist in der Regel graduirt, durch eingätzte Striche in gleichen Abständen. Den Abstand zweier Striche nennt man »1 pars«. Bei den neuen Heyde'schen Instrumenten ist z. B. 1 pars = 10" (Bogensekunden), also eine ziemlich kleine Winkel-Grösse; der 10. Teil davon

= 1" aber lässt sich noch ganz gut schätzen, Welchen Fehler in der Zeitbestimmung eine Abweichung der Axe $A, A_{\parallel}$ um einen kleinen Winkel von der horizontalen Lage verursachen würde, dies zu bestimmen, muss hier, weil viel zu weit führend, unterlassen werden. — Punkt 4 ist in Ordnung, wenn beim Drehen des Fernrohres (soweit es die aufgesetzte Libelle erlaubt) die Blase immer an derselben Stelle einspielt. Zeigen sich bei 3 oder 4, oder bei beiden, Abweichungen, so kann nur der Mechaniker, am besten der Verfertiger, Abhilfe schaffen.

Ausser auf die vorgenannten vier Punkte muss man auch noch darauf sehen, dass alle festen Schrauben auch fest sitzen, und alle beweglichen sichere Führung haben, so dass kein Schlottern stattfindet und dadurch die Kollimationslinie, bei Anwendung von nur geringer Gewalt, aus der angenommenen Vertikal-Ebene etwa, wenn auch nur um ein Weniges, verrückt werden könnte. Beim Umlegen — welches, wie schon bemerkt, recht vorsichtig geschehen muss — ist darauf zu achten, dass bei beiden Mikrometerwerken die Schrauben M_s und M_f weit genug zurückgedreht werden, damit für den unterhalb K_1 befindlichen Arm der Klemme und Feinstellung genügend Platz bleibe.

Es erübrigt nun noch, zur Vervollständigung des Vorstehenden, ein paar Worte über die Verbringung der Kollimationslinie in die Meridian-Ebene zu sagen: Es ist hierzu nötig, dass man den Längen-(Zeit-) Unterschied seiner Station von einer bekannten, bereits bestimmten, kenne (z. B. von Berlin oder Greenwich u. s. w.), was mit Zuhilfenahme einer guten (Generalstabs- oder womöglich noch spezielleren) Karte erlangt wird. Alsdann kann man auch leicht den Unterschied zwischen der »Mittel-europäischen« und seiner »Orts«-Zeit bestimmen. Die M. E. Z. aber kann man sich ziemlich leicht und genügend genau von einer Bahn- oder Post-Uhr oder auch einem Uhrmacher beschaffen, so dass man alsdann auch ziemlich genau die Ortszeit oder mittlere Zeit seiner Station erhält. Hieran ist nun nur noch die, aus einem astronomischen Jahrbuche zu entnehmende und eventuell noch um eine Kleinigkeit auf seine Station zu korrigierende »Zeitgleichung« mit dem entsprechenden Vorzeichen anzubringen, um die »Mittlere Zeit im Wahren Mittage«, oder den Zeitpunkt des Durchganges der Sonne durch den Meridian seiner Station zu finden. In diesem Moment wird das Instrument so gestellt oder gedreht, dass der vertikale Mittelfaden des Fadenkreuzes möglichst genau mit der Sonnen-Mitte zusammenfalle. Beim Drehen des Instrumentes ist darauf zu achten, dass die Fernrohr-Drehaxe immer möglichst horizontal, d. h. die Blase der berichtigten Libelle immer in der Mitte bleibe. Das Verfahren muss wiederholt werden, bis man durch Übung zu dem genauest-möglichen Resultate gelangt. Ob sich die Kollimationslinie im Meridian befindet, erkennt man daran, dass in verschiedenen Höhen oder Deklinationen beobachtete Sterne dieselbe Uhrkorrektur (Uhrstand) geben müssen. Ferner ist es ein Zeichen von Meridian-Lage des Instrumentes, wenn ein Stern oder einer der Sonnen-Ränder den horizontalen Faden des Okularrohres während des Passirens durch das Gesichtsfeld des Fernrohres

nicht verlässt, vorausgesetzt, dass dieser Faden wirklich horizontale Lage besitzt. Dieses ersieht man daraus, dass er, wenn auf eine horizontale (Haus- u. s. w.) Kante eingestellt, mit dieser gänzlich zusammenfallen muss. Oder noch besser: man stellt den vertikalen Mittelfaden auf einen entfernten Punkt ein. Alsdann muss, bei horizontal liegender Fernrohr-Drehaxe und beim Drehen des Fernrohres, jeder Punkt des Fadens genau über den anvisirten Punkt hinweggehen, wenn der Faden vertikale Lage hat. Ist dies der Fall, dann muss auch der Horizontalfaden horizontal liegen. Etwa nötig werdende Korrektur bewirkt man durch geringes Drehen des Okularrohres, nach Lösen von B. Auf letztere Weise kann man auch prüfen, ob die Vertikalfäden einander parallel sind.

Ob die letzteren gleichen Abstands, prüft man in der Regel durch Beobachtung von Stern- oder Sonnen-Durchgängen. Die Differenzen der aufeinander folgenden Beobachtungszeiten müssen bei gleichen Abständen gleich sein. Es ist nun zwar nicht absolut notwendig, dass die Fäden gleichen Abstand untereinander besitzen, jedoch sehr erwünscht im Interesse einfacherer Bestimmungsweise.«

Man vergleiche übrigens auch das unter Anleitung 7—9 und 12—15 des III. Teiles und auf Tafeln 18—22 des IV. Teiles Gesagte.

b) Beobachtung von Stern- und Sonnendurchgängen.

Bei diesen Beobachtungen kann man sich des Chronographen oder der »Aug- und Ohr-Methode« bedienen. Ersteres erfordert kostspieligen Apparat, viel Mühe und ist doch nicht so sicher, wie man glaubt, daher die Amateure gut tun, sich der anderen Methode zu bedienen, bei welcher man mit dem Auge beobachtet und mit dem Ohre die Halbsekundenschläge des Chronometers zählt.

Um einen Sterndurchgang zu beobachten, stellt man das Fernrohr auf seine Deklination ein und lässt den Stern, wenn er hell ist, durch den horizontalen Faden schneiden, sonst aber hart auf diesem ziehen. Planeten lässt man mit ihrem oberen oder unteren Rande den Faden streifen. Dann stellt man mittelst der Schraube *n* (Fig. 66) den Stern mit aller Genauigkeit ein und notirt sich die Sekunden und deren Bruchteile, so oft der Stern einen der vertikalen Fäden passirt, wobei man sich natürlich nach den Schlägen des Chronometers richtet, die man im Stillen mitzählt.*) (Bei Planeten notirt man die beiden Kontakte.) Das Mittel aus allen Notirungen giebt dann die Durchgangszeit des Sternes durch den Meridian, also auch die Uhrkorrektur. Denn nachdem die Sternzeit der Rektascension eines im Meridian stehenden Sternes gleich ist, so bekommt man aus der Meridian-Passage eines Sternes

*) Das Okular muss während der Beobachtung auf seinem Schlitten mitgeführt werden, damit der jeweilig passirte Faden stets im Mittelpunkt des Gesichtsfeldes sei.

bekannter Rektascension unmittelbar die Sternzeit, welche sich nach Anleitung 13 (im dritten Teile) sofort in mittlere Zeit verwandeln lässt.

Das Mittel der Durchgangszeiten findet man einfach dadurch, dass man diese zusammen addirt und durch die Anzahl der Durchgänge (Fäden) dividirt.

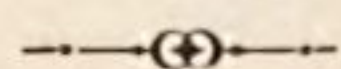
Weniger genau als aus Sterndurchgängen erhält man die richtige Zeit aus Sonnendurchgängen. Bei letzteren muss man natürlich ein Blendglas vor das Okular geben und die Kontakte beider Sonnenränder notiren. Aus dem Mittel beider Passagen erhält man den wahren (Sonnen-)Mittag, welcher durch Anbringung der Zeitgleichung (siehe Anleitungen 7 und 9 im dritten Teile) in den wahren verwandelt wird.

Im übrigen vergleiche man auch das in den Anleitungen 12—15 des III. Teiles und den Tafeln 18—22 des IV. Teiles Gesagte.

Nachschrift. Der Preis des auf Seite 39 dargestellten Dipleidoskops ist, wie ich erfahre, 190 Francs, also bedeutend höher als jener des weit verlässlicheren Passagen-Instrumentes Fig. 68!

Dritter Teil.

Anleitung zu den wichtigsten Berechnungen.



1. Allgemeines.

1. Umfang, Durchmesser, Oberflächeninhalt und Rauminhalt einer Kugel zu berechnen. *)

Der Durchmesser einer Kugel, multipliziert mit der Ludolph'schen Zahl ($\pi = 3,1415926$, deren $\log = 0,4971498788$ ist), giebt uns ihren (grössten) Umfang; also erhalten wir auch umgekehrt ihren Durchmesser, indem wir ihren Umfang durch π dividiren. Die Oberfläche einer Kugel finden wir, indem wir ihren zum Quadrat erhobenen vierfachen Halbmesser (r) mit π multiplizieren (also algebraisch ausgedrückt, nach der Formel $4 r^2 \pi$). Den Rauminhalt der Kugel erhalten wir dann durch die Formel $\frac{4 r^3 \pi}{3}$.

Beispiel. Nach meinen Messungen des Jupiter beträgt dessen Durchmesser (bei Annahme einer Sonnen-Parallaxe von $8''80905$) 145 172 Kilometer am Äquator und 136 112 Kilometer an den Polen — also 140 642 Kilometer im Mittel. Wie gross stellen sich dann seine Oberfläche O , sein Rauminhalt R und sein Umfang U am Äquator?

Nach obigen Formeln erhalten wir:

$$O = 4 \times 70321^2 \times 3,14159,$$

was sich sehr schnell mit Benutzung der Logarithmentafeln **) rechnen lässt. Wir haben nämlich nur die Logarithmen dieser Zahlen zu addiren und den »numerus logarithmi« zu suchen; also

log	4	=	0,602 060
»	70321	=	4,847 085
»	70321 ***)	=	4,847 085
»	3,14159	=	0,497 150
			10,793 380

also num. log = 62 141 205 714 = O .

*) Man merke sich: die Oberflächen der Kugeln verhalten sich wie die Quadrate ihrer Durchmesser; ihr Rauminhalt wie die Kuben ihrer Durchmesser.

**) Darüber, sowie überhaupt über algebraisches Rechnen und Trigonometrie findet der Leser in der Anleitung 20 — namentlich in der langen Fussnote — so leichtfassliche Auseinandersetzungen, dass ihm das Rechnen unmöglich Schwierigkeiten machen kann.

***) Weil zum Quadrat erhoben mit sich selbst zu multiplizieren, also der log zweimal angesetzt.

Ferner:

Mittelglied diesmal zur dritten Potenz erhoben ist, zu dem obigen Resultate den Logarithmus von 70321 noch einmal addiren und von dem Ganzen den Logarithmus von 3 abziehen. Also

$$\text{num. log.} = 1456612416107382 = R,$$

Endlich:

num. $\log 456068 = U$, so dass also der Umfang des Jupiter am Äquator 456068 Kilometer betrüge.

2. Die **Oberfläche** eines **Kreises** bekommt man durch die Formel $r^2 \pi$. (Seinen Umfang wie jenen einer Kugel.)*

3. Die **Oberfläche** einer **Ellipse** erhält man durch Multiplikation des Produktes ihrer beiden Halbaxen mit π .

4. Die **Länge des Sekundenpendels** (L) lässt sich für jede Polhöhe (φ) nach folgender einfacher Formel in Teilen des Meters berechnen:

$$L = 0^m,99102 + 0,00510 \sin^2 \varphi.$$

(Daraus ergibt sich z. B. für Berlin, dessen $\varphi = 52^{\circ},505$ ist, eine Pendellänge von 994,23 Millimetern.)

5. Die **Lichtstärke** nimmt mit dem Quadrate der Entfernung ab; d. h. bei doppelter Entfernung ist ein Licht viermal, bei dreifacher Entfernung neunmal, bei vierfacher Entfernung sechzehnmal schwächer.

6. Den **Gesichtskreis** (R) in verschiedenen Höhen (h) über der Meeresfläche unserer Erde erhält man nach der Formel

$$R = 3570^m \sqrt{h},$$

d. h. man multipliziert die Quadratwurzel der Höhe (in Metern) mit 3570

*) Man merke sich auch, dass Kreise im quadratischen Verhältnisse ihrer Halbmesser stehen.

und erhält die Anzal Meter, auf welche man in der angegebenen Höhe in die Runde sieht. Steht man also z. B. auf dem 30 Meter hohen Maste eines Schiffes, so sieht man 19 554 Meter weit (die Refraktion unberücksichtigt); nämlich

$$\sqrt[3]{30} = 5,4772 \times 3570 = 19554.$$

Um dem Leser die Berechnung für die Haupthöhen zu ersparen, gebe ich hier eine kleine Tabelle für dieselben:

Höhe	Seh- weite	Höhe	Sehweite	Höhe	Sehweite
Meter	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter
1	3 570	70	28 970	4 000	225 800
2	5 048	80	31 940	5 000	252 460
3	6 183	90	33 880	6 000	276 560
4	7 440	100	35 700	7 000	288 700
5	7 982	200	50 482	8 000	319 400
6	8 745	300	61 828	9 000	338 800
7	9 444	400	71 400	10 000	357 000
8	10 097	500	79 820		
9	10 710	600	87 449		
10	11 290	700	94 444	Meter	Kilometer
20	15 965	800	100 967	785	100
30	19 554	900	107 100	3 143	200
40	22 580	1 000	112 900	7 076	300
50	25 246	2 000	159 650	12 586	400
60	27 656	3 000	195 540	19 688	500

7. Die **Zeitgleichung** = mittlere Zeit weniger wahre Zeit.
8. Die **mittlere Zeit** = wahre Zeit mehr Zeitgleichung.
9. Die **wahre Zeit** = mittlere Zeit — Zeitgleichung.
10. Ein **mittlerer Tag** = 1 Sterntag + 3^m 56^s,555 Sternzeit = 1,002738 Sterntage.
11. Ein **Sterntag** = 23^h 56^m 4^s,091 mittlere Zeit = 0,997270 mittlerer Tag = 1 mittlerer Tag — 3^m 55^s,909 mittlerer Zeit.
12. Die **Sternzeit für mittlere Ortszeit** findet man nach der Formel

$$S = T + t \pm \Delta,$$

wobei

S = der gesuchten Sternzeit;
T = der Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittag;
t = der mittleren Ortszeit, verwandelt in Sternzeit; und
Δ = der Differenz zwischen der Länge (λ) des betreffenden Ortes von jener von Greenwich entspricht (östlich $\overline{+}$, westlich $\overline{-}$), wobei Δ gefunden wird, indem man diese in Stunden ausgedrückte Längendifferenz mit 9^s,8565 multipliziert.

Beispiel. Welche Sternzeit hat Lussinpiccolo am 22. März 1898 um 4^h 42^m 45^s mittlere Ortszeit?

München 4. Nov. 24. Merges im mittl. Mittag = 14^h 56'

Aus der »American Ephemeris« finden wir zunächst T für den 22. März mit $0^h 0^m 2^s,4$. Dazu addiren wir t, d. h. $4^h 42^m 45^s$, welche, umgewandelt in Sternzeit, laut Tafel V $= 4^h 43^m 31^s,45$ ergeben. Die Differenz von Lussinpiccolo gegen Greenwich beträgt $57^m 52^s,5$. Ich finde also Δ , indem ich diese in Stunden ausgedrückte Längendifferenz mit $9^s,86^*)$ multipliziere, was also $0^h,9646 \times 9^s,86 = 9^s,510956$, oder rund $9^s,51$ ergibt, welcher Betrag, da Lussinpiccolo östlich von Greenwich liegt, abgezogen werden muss. Wir haben also:

$$\begin{array}{r} S = (T) \quad 0^h \quad 0^m \quad 2^s,40 \\ + \quad (t) \quad 4 \quad 43 \quad 31,45 \\ \hline \quad \quad \quad 4^h \quad 43^m \quad 33^s,85 \\ - \quad (\Delta) \quad \quad \quad 9,51 \\ \hline \quad \quad \quad = 4^h \quad 43^m \quad 24^s,34. \end{array}$$

13. Die **mittlere Ortszeit** zu finden, welche einer gegebenen (Orts-) **Sternzeit** entspricht.

Das ist nur eine Umkehrung der vorigen Berechnung, welche also durch die Formel

$$t = S - T \pm \Delta$$

in gleicher Weise gefunden wird. In dem vorigen Falle haben wir somit:

$$\begin{array}{r} S = 4^h \quad 43^m \quad 24^s,34 \\ \text{davon ab } T = 0 \quad 0 \quad 2,40 \\ \hline \quad \quad \quad 4^h \quad 43^m \quad 21^s,94 \\ \text{dazu**)} \Delta \quad 0 \quad 0 \quad 9,51 \\ \hline \quad \quad \quad 4^h \quad 43^m \quad 31^s,45 \end{array}$$

was nach der Tafel VI in mittlere Zeit umgewandelt $t = 4^h 42^m 45^s$ ergibt.

14. **Wahre Sonnenzeit** verwandelt man in **mittlere** Zeit, indem man die (in allen Ephemeriden angegebene) jeweilige Zeitgleichung zu ihr dazu addirt; also:

$$\text{Mittlere Zeit} = \text{wahre Zeit} + \text{Zeitgleichung.***)}$$

15. **Mittlere Zeit** verwandelt man in **wahre Sonnenzeit**, indem man von ihr die Zeitgleichung abzieht; also:

$$\text{Wahre Zeit} = \text{mittlere Zeit} - \text{Zeitgleichung.***)}$$

*) Genauer mit $9^s,8565$. Wenn also z. B. ein Ort genau 1^h östlich von Greenwich liegt, wird man $\Delta = 9^s,8565$ abziehen; liegt er genau 2^h westlich von Greenwich, so muss man $2 \times 9^s,8565$ dazu addiren. Minuten und Sekunden verwandelt man dabei in Dezimalen von Stunden, indem man durch 60 dividirt. Also in dem obigen Falle (Lussinpiccolo) $52^s,5 : 60 = 0^m,875$; $57^m,875 : 60 = 0^h,9646$.

**) Wegen Umkehrung der Frage muss auch das Vorzeichen von Δ umgekehrt werden; also $+$ für Orte, die östlich, und $-$ für solche, die westlich von Greenwich liegen.

***) In beiden Fällen hat man aber auf das in der Ephemeride angegebene Vorzeichen der Zeitgleichung ($+$ oder $-$) genau zu achten.

2. Sterne betreffend.

16. Die Höhe eines Gestirnes über dem Horizonte zu berechnen.
Die einfachste Formel zu dieser Berechnung lautet:

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t$$

oder auch (was unmittelbar aus dieser Formel folgt):

$$\sin h = \cos (\varphi - \delta) - 2 \cos \varphi \cos \delta \sin^2 \frac{t}{2}, \text{ wobei}$$

φ = Polhöhe,

t = Stundenwinkel des Sternes,

δ = Deklination des Sternes,

h = die Höhe des Gestirns ist.

Scheut man nicht auch a = Azimut (gezählt vom Meridian nach Westen) zu berechnen, so lauten die genauesten Formeln:

$$\operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos t}$$

$$\operatorname{tg} a = \frac{\cos M}{\sin (\varphi - M)} \operatorname{tg} t \quad \left. \vphantom{\operatorname{tg} a} \right\} \begin{array}{l} \text{Ist } t \text{ kleiner (grösser) als } 180 \text{ Grad,} \\ \text{so ist es auch } a. \end{array}$$

$$\operatorname{tg} h = \frac{\cos a}{\operatorname{tg} (\varphi - M)}.$$

Letztere Formel braucht man aber eigentlich nur dann, wenn grosse Genauigkeit erfordert wird, weil, wenn h = nahezu 90 Grad wird, die beiden ersten Formeln nur Annäherungswerte ergeben (weil dann der Sinus in der Nähe seines Maximalwertes liegt). Für gewöhnlich reicht aber die erste Formel aus.

Beispiel. Wie hoch stand am 22. März 1898 um 4^h 42^m 45^s β Orionis (Rigel) über dem Horizont von Lussinpiccolo?

Die Polhöhe der Manora-Sternwarte ist mir mit $+ 44^\circ 32' 11''$ bekannt, die Koordinaten des Rigel mit $\alpha = 5^h 9^m 38^s,34$ und $\delta = - 8^\circ 19' 19''$. Die Sternzeit, welche ich nach Anleitung 17 mit 4^h 43^m 24^s,34 finde, ermöglicht es mir (nach derselben Anleitung 17) den Stundenwinkel mit 23^h 33^m 46^s zu finden, was in Bogen umgerechnet, laut Tafel 15 = 353° 26' 30" ist. Die Formel stellt sich also folgendermassen:

$$\sin h = \sin 8^\circ 19' 19'' \sin 44^\circ 32' 11'' + \cos (- 8^\circ 19' 19'') \cos 44^\circ 32' 11'' \sin 83^\circ 26' 30''^*).$$

Rechnen wir dies aus, so erhalten wir:

$\log \sin 8^\circ 19' 19'' =$	9,16057	$\log \cos 8^\circ 19' 19'' =$	9,99540
» » 44 32 11 =	9,84594	» » 44 32 11 =	9,85257
$\log (\sin \varphi \sin \delta) =$	9,00651	» » 6 33 30 =	9,99715
davon num. log =	- 0,15151	$\log (\cos, \cos, \cos) =$	9,84552
		davon num. log =	0,70068

*) Man schreibt nämlich nicht $\cos 353^\circ 26' 30''$, sondern zieht drei rechte Winkel = 270" ab, indem man zum verbleibenden spitzen Winkel den Sinus nimmt, oder — was sich gleich bleibt — man nimmt statt des $\sin 83^\circ 26' 30''$ den $\cos (- 6^\circ 33' 30'') = + \cos (6^\circ 33' 30'')$.

Man addirt nun:

$$\begin{array}{r} - 0,15151 \\ + 0,70068 \\ \hline + 0,59917 = \sin h \\ \text{also } 9,77755 = \log \sin h, \\ \text{demnach } h = 36^{\circ} 48' 39''. \end{array}$$

17. Den **Stundenwinkel** aus Rektascension eines Gestirns und der Sternzeit zu berechnen.

Um ein Gestirn in einem parallaktisch montirten Fernrohre nach den Kreisen einzustellen, muss man den Stundenwinkel kennen. Letzteren findet man nach der Formel:

$$\vartheta = \Theta - \alpha,$$

wobei ϑ = Stundenwinkel, Θ = Sternzeit und α = Rektascension des gesuchten Gestirns ist.

Beispiel: Am 22. März 1898 um $4^{\text{h}} 42^{\text{m}} 45^{\text{s}}$ will ich den Rigel (β Orionis) einstellen, dessen α laut Ephemeride (oder Sternkatalog — eventuell aus einem Sternatlas zu nehmen) = $5^{\text{h}} 9^{\text{m}} 38^{\text{s}},34$ ist. Habe ich nicht schon eine nach Sternzeit gehende Uhr, so muss ich zunächst die gegebene Ortszeit auf Sternzeit umrechnen, was laut Anleitung 12, Seite 118, $4^{\text{h}} 43^{\text{m}} 24^{\text{s}},34$ ergibt. Nach obiger Formel habe ich also

$$\begin{array}{r} \Theta = 4^{\text{h}} 43^{\text{m}} 24^{\text{s}},34 \\ \text{davon ab } \alpha = 5 \quad 9 \quad 38,34 \\ \hline \vartheta = 23^{\text{h}} 33^{\text{m}} 46^{\text{s}},**), \end{array}$$

so dass ich also den Stundenkreis auf $23^{\text{h}} 33^{\text{m}} 46^{\text{s}}$ stellen muss, um Rigel zur gegebenen Zeit in den Mittelpunkt des Fadenkreuzes zu bekommen.

18. Die **Rektascension** aus dem Stundenwinkel und der Sternzeit zu finden.

Oft kommt es vor, dass man einen unbekannten Stern (oder Nebelfleck), den man im Fernrohre sieht, identifiziren will. In diesem Falle berechnet man die Rektascension α des Gestirns (seine Deklination ergibt sich ohnehin durch direkte Ablesung des Deklinationskreises) nach der Formel:

$$\alpha = \Theta - \vartheta,$$

also in obigem Beispiele:

$$\begin{array}{r} \Theta = 4^{\text{h}} 43^{\text{m}} 29^{\text{s}},34 \\ \text{davon ab } \vartheta = 23 \quad 33 \quad 46,00 \\ \hline \alpha = 5^{\text{h}} 9^{\text{m}} 38^{\text{s}},34. \end{array}$$

(Auch in diesem Falle musste also, um die Subtraktion zu ermöglichen, der Minuend, weil kleiner als der Subtrahend, um 24^{h} vermehrt werden.)

**) Wenn $\Theta < \alpha$, d. h. die Sternzeit kleiner als die Rektascension ist, so muss sie um 24^{h} vermehrt werden; in dem vorliegenden Falle habe ich also 5^{h} von 28^{h} abgezogen.

19. Die **Sternzeit** kann also auch aus der Rektascension und dem Stundenwinkel gefunden werden, nach der Formel:

$$\Theta = \alpha + \vartheta$$

mithin im obigen Beispiele:

$$\begin{array}{r} \alpha = 5^{\text{h}} \ 9^{\text{m}} \ 38^{\text{s}}.34 \\ \text{dazu } \vartheta = 23 \ 33 \ 46 \\ \hline \Theta = 28^{\text{h}} \ 43^{\text{m}} \ 24^{\text{s}}.34 = 4^{\text{h}} \ 43^{\text{m}} \ 24^{\text{s}}.34, \end{array}$$

weil ja die Stundenrechnung nur bis 24^{h} geht, bei höheren Stundenangaben also 24^{h} abgezogen werden müssen.

(Selbstverständlich wird man die richtige Sternzeit auf diese Weise nur dann erhalten können, wenn das Fernrohr vollkommen genau eingestellt ist.)

20. Die **Zeit des Aufganges** oder **Unterganges** eines **Sternes** von bekannten Koordinaten zu berechnen.

Dies geschieht zunächst nach der Formel:

$$\cos \vartheta = - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta$$

(wobei ϑ der Stundenwinkel, φ die Polhöhe, δ die Deklination des Sternes bezeichnen) aus welcher wir für eine bestimmte geographische Breite (= Polhöhe) den Stundenwinkel (ϑ) des Auf- und Unterganges erhalten. Nachdem laut obiger Anleitung 19 die Sternzeit (Θ) aus dem Stundenwinkel (ϑ) und der Rektascension (α) leicht zu finden ist, haben wir dann auch die gesuchte Aufgangszeit.

Beispiel: Man suchte am 10. August 1890 in Prag die Aufgangs- und Untergangszeit von α Aquilae (Altair). Nach obiger Formel bekommen wir, nachdem uns φ mit $50^{\circ} \ 5'$, α mit $19^{\text{h}} \ 45^{\text{m}}$ und δ mit $+ 8^{\circ} \ 35'$ bekannt sind:

$$\begin{array}{r} \operatorname{tg} \varphi = 0,07747 \\ \operatorname{tg} \delta = 9,17880 \\ \hline - \cos \vartheta = 9,25627 \\ \text{also } \vartheta = 259^{\circ} \ 36'; \end{array}$$

dieses in Zeit verwandelt (laut Tabelle III) giebt:

$$\begin{array}{r} \vartheta = 17^{\text{h}} \ 18^{\text{m}} \\ \text{dazu } \alpha = 19 \ 45 \end{array}$$

$$\Theta = 13^{\text{h}} \ 3^{\text{m}} \text{ für den Aufgang des Sternes.}$$

(Nach der Formel $\Theta = \alpha + \vartheta$.)

(Für den Untergang gilt $\Theta = \alpha - \vartheta$, also:

$$\begin{array}{r} \alpha = 19^{\text{h}} \ 45^{\text{m}} \\ \text{davon ab } \vartheta = 17 \ 18 \end{array}$$

$$\Theta = 2^{\text{h}} \ 27^{\text{m}} \text{ für den Untergang.)}$$

Diese beiden Sternzeitangaben müssen nun, nach Anleitung 13 (Seite 119) in mittlere Ortszeit verwandelt werden, was, da die Sternzeit im mittleren

Prager Mittag damals = $9^h 12^m$ war, für den Aufgang $3^h 50^m$ und für den Untergang $5^h 12^m$ wahre Zeit ergibt. (Nämlich: $13^h 3^m - 9^h 12^m = 3^h 51^m$ Sternzeit = $3^h 50^m$ mittlere Zeit; bzw. $24^h - 9^h 12^m = 14^h 48^m + 2^h 27^m = 17^h 15^m$ Sternzeit = $17^h 12^m$ mittlere Zeit = $5^h 12^m$ morgens nach bürgerlicher Zählung.)

Wegen der Refraktion müsste aber, streng genommen, noch eine Korrektion nach der Formel

$$d \vartheta = \frac{140^s}{\cos \varphi \cos \delta \sin \vartheta}$$

vorgenommen werden, wobei $d \vartheta$ jene Vergrößerung des Tagbogens t_0 bezeichnet, welche die natürliche Folge der Refraktionswirkung ist, die es bewirkt, dass wir einen Stern schon vor seinem Aufgange und noch nach seinem Untergange sehen. Auf den obigen Fall angewendet, erhalten wir also:

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= 9,80731 \\ \cos \delta &= 9,99511 \\ \sin \vartheta &= 9,99281 \\ &= 9,79523 \\ \log 140^s &= 2,14613 \\ \log d \vartheta &= 2,35090 \end{aligned}$$

woraus also $d \vartheta = 224^s = 3^m 44^s$ folgt.

Um diesen letzteren Betrag ereignet sich also der Aufgang des Altair früher und sein Untergang später, als die obige Rechnung ergab.

[Als selbstverständlich setze ich voraus, dass dem Leser der Gebrauch der Logarithmentafeln, sowie der Tafeln der trigonometrischen Funktionen*)

*) Ich habe die Erfahrung gemacht, dass sich viele Amateure durch die Ausdrücke *cos*, *sin* etc. abschrecken lassen und sich die Trigonometrie schwerer vorstellen, als sie ist. Zur Ausführung der in diesem Buche angegebenen Rechnungen genügen aber selbst ganz bescheidene mathematische Kenntnisse. Nachdem ich überall die entsprechenden Formeln (und, wo es mir nötig schien, auch Beispiele) angebe, hat der Leser weiter nichts zu tun, als statt der Buchstaben die betreffenden Werte einzusetzen (die er zudem meistens den Ephemeriden und Logarithmentafeln entnehmen kann) und die Rechnung durchzuführen. Was z. B. die

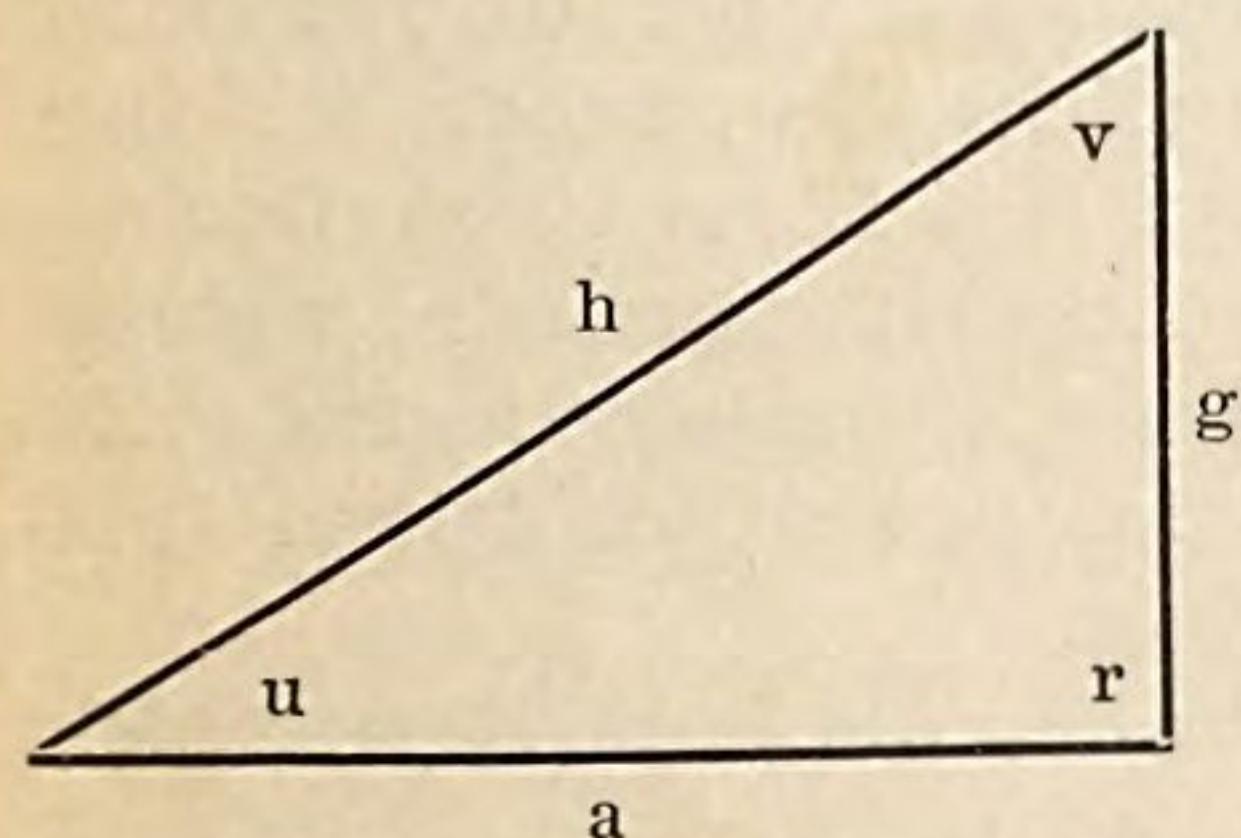


Fig. 69. Erklärung des trigonometrischen Dreiecks.

Trigonometrie betrifft, so wird der Leser aus nachstehender Erläuterung sehen, dass die Sache nicht so schlimm ist, wie sie aussieht. In dem bestehenden rechtwinkligen Dreieck ist h die Hypotenuse, a die anliegende, g die gegenüberliegende Kathete. (Die Leser werden sich hier an den Pythagoräischen Lehrsatz erinnern: »das Quadrat der Hypotenuse ist gleich der Summe der Quadrate der beiden Katheten«.) Was die drei Winkel $r v u$ betrifft, so hat r als rechter Winkel natürlich 90 Grad, die beiden anderen spitzen Winkel aber zusammen ebenfalls 90 Grad, der-

art, dass v die Ergänzung (»Komplement«) von u und umgekehrt ist. Aus diesem gegenseitigen Verhältnisse lassen sich unbekannte Quadrate der Seiten oder unbe-

bekannt ist. Derselbe ist in den betreffenden Werken übrigens erklärt und — nebenbei erwähnt — so leicht und einfach, dass kein Leser sich durch etwaige traurige Reminiscenzen aus der Mittelschule abschrecken lassen sollte, sich ein derartiges Werk anzuschaffen. Ich empfehle ihm in dieser Be-

kannte Winkelgrößen berechnen, wenn nur Teile des Dreiecks bekannt sind. Im obigen Dreieck z. B. finden wir, dass jeder der Brüche

$$\frac{g}{h} \quad \frac{a}{h} \quad \frac{g}{a} \quad \frac{a}{g} \quad \frac{h}{a} \quad \frac{h}{g}$$

seinen festen Wert hat — einerlei ob das Dreieck gross oder klein ist — sobald der Winkel u dieselbe bestimmte Grösse beibehält. Durch jeden dieser sechs Brüche ist also die Grösse des Winkels u bestimmt, weshalb man jeden derselben eine trigonometrische Funktion von u nennt. Obige sechs Brüche sind es aber, welche jene den Laien so abschreckenden Namen *cos*, *sin* etc. führen. Es sind nämlich:

$$\begin{aligned} \frac{g}{h} &= \sin u \quad \text{d. h. der} \quad \text{Sinus} \quad \text{von } u; \\ \frac{a}{h} &= \cos u \quad \gg \gg \gg \quad \text{Cosinus} \quad \gg \gg \\ \frac{g}{a} &= \operatorname{tg} u \quad \gg \gg \text{die} \quad \text{Tangente} \quad \gg \gg \\ \frac{a}{g} &= \cot u \quad \gg \gg \gg \quad \text{Cotangente} \quad \gg \gg \\ \frac{g}{h} &= \sec u \quad \gg \gg \gg \quad \text{Secante} \quad \gg \gg \\ \frac{h}{a} &= \operatorname{cosec} u \quad \gg \gg \gg \quad \text{Cosecante} \quad \gg \gg \end{aligned}$$

Weil aber zwischen den letztgenannten zwei Brüchen und den ersten zwei gewisse Beziehungen stattfinden, genügt es für gewöhnlich, mit den ersteren vier allein zu rechnen, und deshalb findet man auch in den Tafeln der trigonometrischen Funktionen nur Sinus, Kosinus, Tangente und Cotangente berücksichtigt. Ich bemerke dabei, dass man gewöhnlich mit den Logarithmen der trigonometrischen Funktionen rechnet, weshalb man am besten tut, sich solche anzuschaffen. In dem Beispiel auf Seite 122 findet z. B. der Leser nach der Formel $\cos \vartheta = - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta$ gerechnet. Das geschah sehr schnell in folgender Weise: φ ist mit $50^{\circ} 5'$ angegeben, δ mit $+8^{\circ} 35'$. Ich nehme also die Logarithmentafeln zur Hand und sehe nach, was der Logarithmus von $\operatorname{tg} 50^{\circ} 5'$ ist, und finde dafür 0,0774696 angegeben, also auf fünf Dezimalen abgerundet 0,07747. Ebenso finde ich für $\operatorname{tg} 8^{\circ} 35'$ den Logarithmus 9,1787993, also abgerundet 9,17880. Nachdem die beiden Tangenten laut Formel miteinander zu multiplizieren sind, geschieht dies, indem ich ihre beiden Logarithmen addire, was 9,25627 ergibt, also laut Formel den Cosinus des Stundenwinkels ϑ vorstellt. Ich suche nun in den Logarithmentafeln, welcher Winkel dem Logarithmus 9,25627 entspricht, und finde als nächstliegende Zahl 9,25629 für $79^{\circ} 36' 20''$ angegeben, was, weil $\cos t_0 = -$ ist, t_0 also im dritten Quadranten liegen muss*), 259° 36' in runder Summe ergibt.

Kann es etwas Einfacheres geben? Überdies enthalten die Logarithmentafeln ohnehin alle Erläuterungen.

Was aber den Gebrauch der Formeln betrifft, so sei für etwaige in dieser Beziehung hilflose Leser hier kurz bemerkt, dass bei Vorhandensein von Klammern ($()$), diese vorher aufzulösen sind und, wenn auch Haken [$[]$] vorhanden sind, diese ebenfalls, wobei man stets bei den innersten Klammern beginnt.

*) Wäre es $+$ so müsste es im vierten Quadranten liegen, also $349^{\circ} 36'$ sein.

ziehung Vega's »Logarithmisch-trigonometrisches Handbuch«, bearbeitet von Dr. Bremiker. Unser Exemplar desselben ist die 63. von Tietjen herausgegebene Auflage, welche 1879 in Berlin erschien (3 Mark). Sie enthält siebenstellige Logarithmen der Zalen von 1 — 100 000 (welche sich der Leser, wenn keine grosse Genauigkeit erforderlich ist, leicht selbst auf 5, 4 oder 3 Stellen abrunden kann), ferner die Logarithmen der Sinus (sin) und Tangenten (tg) von Sekunde zu Sekunde (bis 5 Grad), sowie der trigonometrischen Funktionen von zehn zu zehn Sekunden, und verschiedene andere Tafeln. Eine weitere grosse Erleichterung beim Rechnen sind ferner Jahn's »Tafeln der Quadrat- und Kubikwurzeln von 1—25 500, der Quadratzalen von 1—27 000 und der Kubikzalen von 1—24 000 nebst einigen anderen Wurzeln- und Potenztafeln«. Unser Exemplar ist 1839 in Leipzig erschienen und kostete antiquarisch 8 Mark.

Ein sehr gutes Lehrbuch der Algebra für den Selbstunterricht ist endlich das von Ruland, dessen 6. Auflage 1895 in Bonn erschien (6 Mark) und u. a. auch ausführliche Auflösung der in Heis' »Sammlung von Beispielen und Aufgaben aus der Algebra« (deren 10. Auflage schon 1861 in Köln erschien) enthaltenen Aufgaben enthält. Als »Lehrbuch der ebenen und sphärischen Trigonometrie« wäre jenes von Hammer zu empfehlen, dessen 2. Auflage kürzlich in Stuttgart erschien (3,20 Mark). Unter den Lehrbüchern der sphärischen und theoretischen Astronomie dürfte jenes von Dr. Láska aus der Kleyer'schen Encyklopädie — 1889 in Stuttgart erschienen (6 Mark) — noch das leichtestfassliche sein, obwol es viele Lücken enthält (die ich allerdings teilweise in diesem Buche auszufüllen versuchte).]

21. Sternbedeckungen für einen gegebenen Ort zu berechnen, ist eine sehr mühsame und langwierige Arbeit, welche der gewöhnliche Amateur wol

Alles, was in Klammern steht, bildet ein einziges Glied, auf welches sich das Vorhergehende oder Nachfolgende bezieht. Stünde z. B.

$$A = \left(\frac{4 (a + b)^2 - c^3 d e}{f^2 [g - h i (k^3 + l^2)]^3} \right)^2,$$

so wäre diese Formel in folgender Weise zu lösen: Man addirt zuerst a und b, erhebt die Summe zum Quadrat (d. h. multipliziert sie mit sich selbst), multipliziert dann dieses Quadrat mit 4 und zieht von dem Produkte $c^3 d e$ ab, d. h. jene Zal, die herauskommt, wenn man c zur dritten Potenz (Kubus) erhoben und mit d und mit e multipliziert hat. Auf diese Weise erhalten wir den Wert des Zälers, d. h. des oberen Theiles des Bruches, aus dem die ganze Formel besteht. Nun suchen wir den Wert des Nenners (also des unteren Theiles des Bruches) auf folgende Weise: wir erheben erst k zur dritten Potenz, indem wir es dreimal mit sich selbst multiplizieren, und l zum Quadrat; den Kubus von k addiren wir sonach zum Quadrat von l und multiplizieren diese Summe mit der Differenz von g — h mal i (also mit 4, wenn z. B. g den Wert von 10, h jenen von 3 und i jenen von 2 hat). Das Produkt erheben wir sonach zur dritten Potenz und multiplizieren es mit dem Quadrate von f. Auf diese Weise haben wir also auch den Wert des Nenners gefunden. Es bleibt uns also nur übrig, den vorhin gefundenen Wert des Zälers durch den eben gefundenen Wert des Nenners zu dividiren und den Quotienten zum Quadrat zu erheben, um die ganze Formel aufgelöst und den Wert von A erhalten zu haben.

kaum je auf sich nehmen dürfte. Dazu bedarf es überdies verschiedener Hilfszalen, die in den Ephemeriden als Elemente für Sternbedeckungen angegeben sind. In eben diesen Ephemeriden findet sich auch eine ausführliche, durch Beispiele unterstützte Anleitung zur Berechnung, auf welche wir den Leser, der sich etwa dafür interessirt, verweisen müssen. Sind solche Bedeckungen übrigens für einen in Breite nicht sehr verschiedenen Ort bereits berechnet, so genügt es, für genäherte Betrachtungen einfach an diese Zeiten die Längendifferenz (in Zeit) mit richtigem Vorzeichen (östlich +, westlich —) anzubringen, um die lokalen Zeiten der Bedeckung zu erhalten.

22. Die **Durchgangsdauer eines Sternes** durch den Faden zu berechnen.

Ein im Äquator liegender Stern braucht bekanntlich $\frac{1}{15}$ Zeitsekunde, um eine Distanz von einer Bogensekunde zurückzulegen; mit anderen Worten: in jeder Zeitsekunde (s) legt er 15 Bogensekunden (") zurück. Will man nun wissen, wie viele Bogensekunden ein Stern anderer Deklination in einer Zeitsekunde zurücklegt, so bedient man sich der Formel:

$$\frac{a''}{15 \cdot \cos \delta},$$

wobei a die Zal der Bogensekunden ist.

Beispiel: Ich will wissen, wie lange der Stern ψ Draconis braucht, um eine Distanz von 15" zurückzulegen. Die δ von ψ Draconis ist $+ 72^\circ 12'$, dessen Cosinus = 0,3057 ist.

Wir haben also:

$$\frac{15''}{15 \cdot 0,3057}$$

mithin

$$15 : 4,5855^*)$$

was sich am schnellsten mit Logarithmen rechnen lässt; nämlich

$$\log 150000 = 5,17609$$

$$\log 45855 = 4,66139$$

$$\hline 0,51470$$

woraus sich dann 3,2712 ergibt.

Also braucht der Stern 3^s2712, um dieselbe Strecke zurückzulegen, die ein Äquatorstern in einer Sekunde zurücklegt.

23. Aus dem **Durchgange eines Sternes** bekannter Deklination lässt sich auch die **Grösse des Gesichtsfeldes** des Fernrohres (bezw. seines Oku-

*) Ebensogut könnten wir aber auch mit dem $\log \cos \delta$ rechnen, der für $72^\circ 12' = 9,48529$ ist. In diesem Falle stellte sich die Rechnung folgendermassen:

$$\log 15 = 1,17609$$

$$\log \cos \delta = 9,48529$$

$$\hline 0,66138$$

$$\log 15 = 1,17609$$

$$\text{davon ab} \quad 0,66138$$

$$\hline 0,51471$$

was also auf Eins herauskommt, da der Unterschied in der fünften Dezimale nur durch die Abrundung der fünften Stelle der Logarithmen verursacht wurde.

lars), sowie der Wert einer Umdrehung (R) der Mikrometerschraube berechnen. Letzterer wird nämlich nach der Formel

$$R = t \cdot \cos \delta \cdot 15$$

gefunden, wobei t den Wert einer Schraubenumdrehung in Zeit, R diejenige in Bogenmass (bezw. das Gesichtsfeld des Okulars) δ (wie immer) die Deklination des Sternes bedeutet. Hätten wir also z. B. gefunden, dass der oben erwähnte Stern ψ Draconis das Gesichtsfeld des feststehenden Fernrohres auf dem Deklinationsfaden in 6 Sekunden durchlief, so hätten wir:

$$6 \times 0,3057 \times 15 = 27''5125$$

als Gesichtsfeld des betreffenden Okulars.

Oder hätten wir z. B. die Mikrometerschraube eine volle Umdrehung machen lassen, nachdem vorerst der bewegliche Faden mit dem festen in Koincidenz gebracht worden war, und würden wir dann finden, dass der erwähnte Stern ψ Draconis genau 6^s brauchte, um beide Fäden zu passiren, so würde sich der Wert einer Umdrehung der Mikrometerschraube ebenfalls auf $27''5125$ berechnen.*)

24. Den **Wert einer Umdrehung der Mikrometerschraube** aus der gemessenen Entfernung zweier benachbarter Sterne von bekannten Koordinaten zu berechnen, bedient man sich der Formel:

$$D = \sqrt{(\delta' - \delta)^2 + (\alpha' - \alpha)^2 \cos^2 \frac{1}{2} (\delta + \delta')}$$

wobei α und α' die Rektascension, δ und δ' die Deklination der beiden Sterne, alle in Bogensekunden ausgedrückt, und D der gesuchte Abstand der beiden Sterne ist, aus dem man dann aus der Zal der Schraubenumdrehungen leicht den Wert einer einzigen bestimmen kann. Denn fand man z. B. auf diese Weise $D = 152''$, und zeigen dabei die Trommeln des Mikrometers 4,55 Umdrehungen an, so ist der Wert **einer** solchen

$$R = \frac{152''}{4,55} = 33''4065.$$

25. Hat man den **Wert einer Schraubenumdrehung (R)** eines Mikrometers für ein Fernrohr von bekannter Brennweite gefunden, so kann man leicht ausrechnen, welchen Wert dieselbe Schraube auf einem Fernrohre von **anderer Brennweite** besitzt. Man bedient sich dabei der Formel:

$$\operatorname{tg} x = \frac{F}{f} \operatorname{tg} R$$

oder genähert:

$$x = \frac{F}{f} \cdot R,$$

wobei F die Brennweite des ersten, f jene des zweiten Fernrohres, R den Winkelwert einer Schraubenumdrehung für das erste, x jenen für das zweite Fernrohr bezeichnet.

*) Die obige Formel gilt nur für Sterne von kleinerer Deklination als 85 Grad. Beobachtet man Polsterne, so muss man die strengere Formel

$$\sin R = \sin (15 \cdot z) \cos \delta$$

oder genähert

$$R = 15 \cdot z \cdot \cos \delta$$

anwenden, wobei R der Wert einer Schraubenumdrehung, z die Durchgangsdauer des Sternes und δ seine Deklination bedeutet.

Fand man z. B. $R = 24''85$ für ein Fernrohr von 352 Centimetern Brennweite, und will man wissen, wie gross x für ein Fernrohr von nur 268 Centimetern Brennweite ist, so hat man:

$$x = \frac{352}{268} \cdot 24''85 = 32''64.$$

3. Mond betreffend.

26. Die **Libration zu berechnen** ist oft sehr wichtig, weil manche Objekte der Mondoberfläche nur bei einer bestimmten Libration in Länge oder Breite sichtbar werden, es also manchmal geboten scheint, festzustellen, unter welcher Libration diese Sichtbarkeit eintritt. Zur Berechnung der Libration bedarf man gewisser Tabellen, welche sich in der »American Ephemeris« finden, auf deren Angaben sich auch das unten folgende Beispiel bezieht.

Es seien:

- I = die Neigung des Mondäquators zur Ekliptik ($= 1^\circ 28'8$);
- $\oslash$ = die mittlere Länge des aufsteigenden Knotens des Mondes (aus der Ephemeride zu entnehmen), oder die mittlere Länge des absteigenden Knotens des Mondäquators;
- C = der Winkel, den ein Mond-Meridian mit dem Deklinationskreise im Mittelpunkte der Mondscheibe bildet, gezählt auf der scheinbaren Scheibe von Nord nach Ost;
- $\lambda, \beta, \alpha', \delta'$ = die anscheinende Länge, Breite, Rektascension und Deklination des Mondes, korrigirt für Parallaxe
- λ' = die selenocentrische Länge der Erde, gezählt auf dem Mondäquator von seinem aufsteigenden Knoten $\oslash$;
- i = die Neigung des Mondäquators zum Erdäquator;
- Δ = aufsteigender Knoten auf dem Erdäquator zum aufsteigenden Knoten auf der Ekliptik;
- $\oslash'$ = aufsteigender Knoten auf dem Erdäquator;
- $\oslash$ = mittlere Länge des Mondes.

Dann findet man die Libration des Mondes in Länge und Breite (mit Benutzung der Tabellen in der »American Ephemeris« durch folgende Formeln:

$$\left. \begin{aligned} \Delta \lambda &= -0,57 \sin 2 (\oslash - \lambda) \\ a &= \sin I \cos (\oslash - \lambda) \\ \operatorname{tg} B &= \operatorname{tg} I \sin (\oslash - \lambda) \\ \lambda' &= \lambda + \Delta \lambda + a b \end{aligned} \right\} *)$$

$$\text{Libration in Breite} = b = B - \beta$$

$$\text{» » Länge} = l = \lambda' - \oslash$$

$$\sin C = \sin i \frac{\cos (\lambda' + \Delta - \oslash)}{\cos \delta'} = - \sin i \frac{\cos (\alpha' - \oslash')}{\cos b}.$$

*) Aus der mit »Moon's Libration« überschriebenen Tafel zu entnehmen, deren Argument $(\oslash - \lambda)$ oder $(\oslash - \lambda - 180^\circ)$ ist, wobei $\Delta \lambda$ das Zeichen: $\operatorname{tg} (\lambda - \oslash)$, a das Zeichen: $\cos (\oslash - \lambda)$, B das Zeichen $\sin (\oslash - \lambda)$ hat.

Ein Beispiel wird das dem Leser klar machen. Ich wollte z. B. die Libration des Mondes für den 12. November 1893, 7^h M.E.Z. berechnen, und zwar zunächst für den Mittelpunkt der Erde. Nach obiger Anleitung entnehme ich zuerst aus der »American Ephemeris« für 1893 (Seite 275) aus der mit »Moon's Longitude and Latitude« überschriebenen Tafel die geocentrische Länge des Mondes ($\lambda \odot$) für:

$$\begin{array}{rcl} \text{November 12.} & \text{mit} & 273^{\circ} 38' 55''1 \\ \text{und für} & \text{»} & 12,5 \quad \text{»} \quad 279 \quad 34 \quad 9,4 \\ & & \hline & & \text{deren 1. Differenz also } + \quad 5^{\circ} 55' 14''3 \text{ ist.} \end{array}$$

Nachdem wir die Libration für November 12. 7^h M.E.Z = 6^h M.Gr.Z. suchen, so wäre das Datum mit November 12^d,25 anzusetzen; wenn wir, der Einfachheit halber, nur mit ersten Differenzen rechnen (strengte müsste dies mit dritten und vierten Differenzen geschehen), so kann unbedenklich in die Mitte interpolirt werden, also:

$$\begin{array}{rcl} \frac{1}{2} \times + 5^{\circ} 55' 14''3 & = & + \quad 2^{\circ} 57' 37''15 \\ & & 273 \quad 38 \quad 55,10 \\ & & \hline & & 276^{\circ} 36' 32'' = \\ & & \text{geoc. } \lambda \odot = 276^{\circ} 36'53. \end{array}$$

Ebenso verfahren wir mit der geocentrischen Breite des Mondes ($\beta \odot$), für die wir der gleichen Tafel in der »American Ephemeris« folgende Werte entnehmen:

$$\begin{array}{rcl} \text{November 12.} & = & - \quad 5^{\circ} 0' 11''6 \\ \text{»} & 12,5 & = & - \quad 5 \quad 7 \quad 11,7 \\ & & \hline & & \text{also erste Differenz } - \quad 0^{\circ} 7' 0''1, \text{ deren Hälfte} \\ & & - \quad 0^{\circ} 3' 30''05 \text{ ausmacht.} \\ \text{Dazu:} & - \quad 5 \quad 0 \quad 11,6 \\ & & \hline & & - \quad 5^{\circ} 3' 42'' = \text{geoc. } \beta \odot = - \quad 5^{\circ} 3'7. \end{array}$$

Hierauf entnehmen wir der mit »Moon's Equator« überschriebenen Tafel der »American Ephemeris« (Seite 276) folgende Angaben:

	i	Diff.	Δ	Diff.	$\odot$	Diff.
November 6.	22° 3'2		199° 14'7		196° 15'3	
» 16.	22' 3,0	— 0'2	198 41,0	— 33'7	328 1,1	131° 45'8.

Nachdem diese Differenzen sich auf zehn Tage Intervall beziehen, wir aber für November 12,25, also 6¹/₄ Tage nach dem 6. November interpoliren müssen, so erhalten wir als Werte

$$\text{November 12,25: } i = 22^{\circ} 3'1; \Delta = 198^{\circ} 53'6 \odot = 278^{\circ} 36'45^*).$$

Ferner entnehmen wir aus der in der »American Ephemeris« (Seite 278) mit »Obliquity, Precession etc.« überschriebenen Tabelle folgende Daten:

$$\begin{array}{rcl} & \odot & \text{Diff.} \\ \text{November 6.} & 18^{\circ} 6'9 & \\ \text{» 16.} & 17 \quad 35,1 & - 31'8 \text{ für zehn Tage (oder genauer):} \\ \text{tägliche Bewegung des } \odot & = & - \quad 3'177. \end{array}$$

*) Nämlich: November 6. $\left. \begin{array}{l} 196^{\circ} 15,3 \\ + \quad 6 \text{ Tage} \quad 79 \quad 3,5 \\ + \quad 6 \text{ Stunden} \quad 3 \quad 17,65 \end{array} \right\} \text{ zusammen } 278^{\circ} 36'45.$

Setzen wir nunmehr für:

$$a b = \frac{b}{\frac{1}{a}}$$

die entsprechenden Werte ein (und zwar b in Minuten verwandelt), so haben wir:

$$a b = - \frac{390,7}{199} = - 1,96^*).$$

Nun setzen wir nach der Formel (Seite 128) $\lambda' = \lambda + \Delta \lambda + a b$ die oben gefundenen Werte ein:

$$\begin{array}{rcl} \lambda & = & 276^\circ 36,53 \\ \Delta \lambda & = & + 0,2 \\ a b & = & - 1,96 \\ \hline \lambda' = \lambda + \Delta \lambda + a b & = & 276^\circ 34,77 \\ \text{davon ab } \zeta & = & 278 \quad 36,45 \end{array}$$

$$\text{also } l = - 2^\circ 1'68 = \text{Libration in Länge.}$$

Der Mittelpunkt des Mondes war also für einen Beobachter im Mittelpunkt der Erde am 12,25 November 1893 gegen seinen Ort bei mittlerer Libration um $2^\circ 1'68$ gegen Osten und um $6^\circ 30'7$ gegen Norden verschoben. (Man merke: $l = +$, wenn das Mondcentrum der mittleren Libration östlich vom augenblicklichen liegt; und $b = +$, wenn es südlich liegt.)

Aus diesem Beispiele wird der Leser ersehen haben, dass die Berechnung der Libration ebenso einfach und leicht als schnell ist. Mühsamer ist es jedoch, die so gewonnenen Resultate auf den Standpunkt des Beobachters zu reduzieren, was mittelst der Parallaxen-Rechnung geschieht. Indem ich den Leser diesbezüglich auf Anleitung 31 verweise, wo auch die genäherten Formeln für Planeten (Kometen, Sonne) angegeben sind, begnüge ich mich vorläufig damit, hier die für den Mond geltenden strengen Formeln mitzuteilen.

27. Parallaxen-Rechnung in Rektascension und Deklination für den Mond.

Wenn α = geocentrische Rektascension des Mondes,

δ = geocentrische Deklination des Mondes,

α' und δ' = dieselben Grössen aber mit Parallaxe behaftet (d. h. für den Beobachtungsort),

π = Horizontalparallaxe des Mondes,

φ' = geocentrische Breite des Ortes,

ϱ = Radius vector desselben,

Θ = lokale Sternzeit ist, so haben wir:

$$\Theta - \alpha = t \text{ (siehe Anleitung 17),}$$

*) b hatte $+$, $\frac{1}{a}$ hatte $-$, giebt also ein negatives Produkt nach der vorhergehenden Fussnote; und die Formel wurde mit $-$ angesetzt, weil a negativ, also $- 199$ [wegen $\cos (\Omega - \lambda) = -$] war.

$$\sin \vartheta = \frac{\varrho \sin \pi \cos \varphi'}{\cos \delta} \cos t$$

$$\operatorname{tg} (\alpha - \alpha') = \operatorname{tg} \vartheta \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\vartheta}{2} \right) \operatorname{tg} t,$$

ferner:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \varphi' \cos \frac{1}{2} (\alpha - \alpha')}{\cos [t + \frac{1}{2} (\alpha - \alpha')]}$$

$$\sin \vartheta' = \frac{\varrho \sin \pi \sin \varphi'}{\sin \gamma} \cos (\gamma - \delta),$$

$$\operatorname{tg} (\delta - \delta') = \operatorname{tg} \vartheta' \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\vartheta'}{2} \right) \operatorname{tg} (\gamma - \delta).$$

Man berechnet also zunächst den geocentrischen Stundenwinkel t , dann die Hilfsgrösse ϑ , dann $\alpha - \alpha'$. Mit letzterer Differenz findet man die Hilfsgrösse γ , damit die Hilfsgrösse ϑ' und endlich $\delta - \delta'$.

$$\alpha - (\alpha - \alpha') \text{ ist dann } = \alpha'$$

$$\delta - (\delta - \delta') \text{ » » } = \delta'.$$

Hat man auf diese Art α' und δ' gefunden, so findet man durch die folgende Koordinaten-Transformation die mit Parallaxe behafteten Längen und Breiten λ' und β' .

ε = Schiefe der Ekliptik, M = eine Hilfsgrösse.

Man setzt erst:

$$\operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg} \delta'}{\sin \alpha'}; \text{ dann}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tg} \lambda' = \frac{\cos (M - \varepsilon)}{\cos M} \operatorname{tg} \alpha' \\ \operatorname{tg} \beta' = \operatorname{tg} (M - \varepsilon) \sin \lambda' \end{array} \right\} \begin{array}{l} \cos \lambda' \text{ dasselbe} \\ \text{Zeichen wie } \cos \alpha'. \end{array}$$

$$\text{Probe: } \frac{\cos \beta' \sin \lambda'}{\cos \delta' \sin \alpha'} = \frac{\cos (M - \varepsilon)}{\cos M}.$$

(NB. Um den Quadranten von λ' zu finden, hat man nicht allein auf das Zeichen von $\operatorname{tg} \lambda'$ zu achten, sondern auch auf dasjenige von $\cos \lambda'$, welches letzteres stets identisch mit demjenigen von $\cos \alpha'$ ist.)

28. Parallaxen-Rechnung in Länge und Breite für den Mond.

Diese Rechnung finde ich eigentlich unpraktisch, weil die Interpolation dieser geocentrischen Grössen mit höheren Differenzen sehr zeitraubend ist. Nachdem die Ephemeriden ohnehin die geocentrische Rektascension von Stunde zu Stunde, ebenso die geocentrische Deklination und die einfache Regel der ganz strengen Interpolation dieser Grössen geben, die sehr rasch zu bewerkstelligen ist, halte ich es für besser, damit α' und δ' zu berechnen und dies in λ' und β' umzuwandeln. (Siehe Anleitung 27.) Der Vollständigkeit halber will ich jedoch die betreffenden strengen Formeln für den Mond hier geben.

Es seien:

λ und β = geocentrische Länge und Breite des Mondes (aus den Ephemeriden),

λ' und β' = dieselben Grössen, aber mit Parallaxe behaftet, also vom Beobachtungsorte gesehen,

φ' = geocentrische Breite des Ortes = Deklination des Zeniths,

l = Länge des Zeniths,

b = Breite » »

Θ = lokale Sternzeit = Rektascension des Zeniths,

π = Horizontal-Parallaxe,

ϱ = Radius Vector des Ortes, gemessen mit dem Äquatoreal-Halbmesser der Erde als Einheit,

ε = Schiefe der Ekliptik.

So haben wir:

$$\operatorname{tg} M = \frac{\operatorname{tg} \varphi'}{\sin \Theta}.$$

$$\begin{aligned} \text{Berechnung von } l \text{ und } b \left\{ \begin{array}{l} \operatorname{tg} l = \frac{\cos (M - \varepsilon)}{\cos M} \operatorname{tg} \Theta \\ \operatorname{tg} b = \operatorname{tg} (M - \varepsilon) \sin l \end{array} \right. \left. \begin{array}{l} \cos l \text{ dasselbe} \\ \text{Zeichen wie } \cos \Theta. \end{array} \right. \\ \left. \frac{\cos \varphi' \sin \vartheta}{\cos b \sin l} = \frac{\cos (M - \varepsilon)}{\cos M} \right\} \text{ Probe.} \end{aligned}$$

Nun kommen die strengen Formeln für den Mond. (Jene genäherten für Planeten, Sonne, Kometen, siehe Anleitung 29).

$$l - \lambda = \tau$$

$$\sin \vartheta = \varrho \frac{\sin \pi \cos b}{\cos \beta} \cos \tau.$$

$$\operatorname{tg} (\lambda - \lambda') = \operatorname{tg} \vartheta \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\vartheta}{2} \right) \operatorname{tg} \tau.$$

$$\lambda' = \lambda - (\lambda - \lambda')$$

ferner:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} b \cos \frac{1}{2} (\lambda - \lambda')}{\cos [\tau + \frac{1}{2} (\lambda - \lambda')]},$$

$$\sin \vartheta' = \frac{\varrho \sin \pi \sin b}{\sin \gamma} \cos (\gamma - \beta)$$

$$\operatorname{tg} (\beta - \beta') = \operatorname{tg} \vartheta' \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\vartheta'}{2} \right) \operatorname{tg} (\gamma - \beta).$$

$$\beta' = \beta - (\beta - \beta').$$

4. Planeten betreffend.

29. Parallaxen-Rechnung für Planeten (Kometen, Sonne).

Bereits in Anleitungen 27 und 28 habe ich die für den Mond geltenden strengen Formeln zur Berechnung der Parallaxe in α und δ , λ und β gegeben, aber wegen näherer Erläuterung auf diese Anleitung verwiesen.

Parallaxe nennt man den Winkel, unter welchem, vom Gestirn aus gesehen, der Halbmesser der Erde erscheint. Denkt man sich das Gestirn im Horizonte des Beobachters, so ist der dann entstehende Winkel die »**Horizontal-Parallaxe**« (das Maximum; denn wenn das Gestirn höher über den Horizont steigt, wird natürlich dieser Winkel immer kleiner). Denkt man sich weiter dem Gestirne den Äquatoreal-Halbmesser der Erde gegenübergestellt (Beobachter am Äquator), so heisst jener Winkel die »**Äquatoreal-Horizontal-Parallaxe**«. Nehmen wir an, die Sonne befände sich eben in ihrer mittleren Entfernung von der Erde und im Horizonte eines am Äquator stehenden Beobachters, so wird der Winkel an der Sonne circa $8''809$ sein. Das ist das, was man die »**Sonnen-Parallaxe**« nennt, und deren genaue Grösse zu ermitteln bisher leider noch nicht gelungen ist. Mein oben angegebener Wert ist der Harkness'sche, den ich für den richtigsten halte, obgleich jetzt von 1900 ab $8''800$ dafür international festgesetzt wurde. (Bis dahin rechnen die Ephemeriden mit $0''848$, dem Newcomb'schen Werte.) Solange der Wert der Sonnenparallaxe nicht vollkommen genau ermittelt ist, solange können wir die Entfernung der Sonne von der Erde (und damit alle anderen darauf basirenden Werte) nicht mit vollständiger Genauigkeit berechnen.

Was die Berechnung betrifft, so lautet die strenge Formel:

$$\sin \pi = \frac{a}{\Delta} \qquad \Delta = \frac{a}{\sin \pi}$$

und ausreichend genähert:

$$\pi = \frac{a}{\Delta \sin 1''} \qquad \Delta = \frac{a}{\pi \sin 1''},$$

wobei π = die Sonnenparallaxe, Δ = mittlere Entfernung des Sonnen-Centrums vom Erd-Centrum und a = Äquatoreal-Halbmesser der Erde bedeutet.

Denkt man sich jetzt an Stelle der Sonne einen Planeten und nennt seine augenblickliche Entfernung vom Erd-Centrum Δ' und seine Horizontal-Parallaxe π' , so bestehen die analogen Gleichungen:

$$\sin \pi' = \frac{a}{\Delta'} \qquad \Delta' = \frac{a}{\sin \pi'}$$

und genähert:

$$\pi' = \frac{a}{\Delta' \sin 1''} \qquad \Delta' = \frac{a}{\pi' \sin 1''}.$$

Dabei kann man die Erde als Kugel betrachten und statt des Äquatoreal-Halbmessers der Erde (a) auch den Halbmesser einer Kugel von gleichem Volumen mit dem Erdellipsoid nehmen. Letzterer ist = 6370283,2 Meter ($\log = 6,8041587$). Sonst ist strenge: $a = 6377397,15$ Meter ($\log = 6,8046435$) und der Polarhalbmesser $b = 6356078,96$ Meter ($\log = 6,8031893$) wobei 1 geographische Meile = 7420,4385 Meter ($\log = 3,8704296$) ist.

Die Horizontal-Parallaxe der Planeten dient auch dazu, den Winkel s' zu erhalten, unter welchem der Planetenhalbmesser vom Erd-Centrum aus erscheint. Setzen wir nämlich:

a = Abstand des Beobachters vom Erd-Centrum;

a' = linearer Halbmesser des Planeten, vom Erd-Centrum aus gesehen;

π' = Horizontal-Parallaxe des Planeten;

so haben wir:

$$\sin s' = \frac{a'}{\Delta'} \text{ und wegen } \Delta' = \frac{a}{\sin \pi'} \text{ (siehe oben)}$$

$$\sin s' = \frac{a'}{a} \sin \pi', \text{ und genähert } s' = \frac{a'}{a} \pi'.$$

$$\left(\text{Beim Monde ist z. B. } \frac{a'}{a} = 0,272956 \right).$$

Was nun die Berechnung der **Parallaxe in Rektascension** und **Deklination** betrifft, so kann man statt der in Anleitung 27 für den Mond gegebenen strengen Formeln auch folgende genäherte anwenden:

$$\begin{aligned} \Theta - \alpha &= t \\ \alpha - \alpha' &= \frac{\varrho \pi \cos \varphi'}{\cos \delta} \sin t \end{aligned}$$

und für die Deklination:

$$\begin{aligned} \text{tg } \gamma &= \frac{\text{tg } \varphi'}{\cos t} \\ \delta - \delta' &= \frac{\varrho \pi \sin \varphi'}{\sin \gamma} \sin (\gamma - \delta). \end{aligned}$$

Für die Berechnung der **Parallaxe in Länge** und **Breite** kann man dann auch statt der in Anleitung 28 für den Mond gegebenen strengen Formeln die genäherten anwenden:

$$\begin{aligned} l - \lambda &= \tau \\ \lambda - \lambda' &= \frac{\varrho \pi \cos b}{\cos \beta} \sin \tau \end{aligned}$$

und für die Breite:

$$\begin{aligned} \text{tg } \gamma &= \frac{\text{tg } b}{\cos \tau} \\ \beta - \beta' &= \frac{\varrho \pi \sin b}{\sin \gamma} \sin (\gamma - \beta). \end{aligned}$$

$$(\text{NB. } \sin \pi = \frac{\sin \pi_0}{\Delta} \text{ und genähert } \pi = \frac{\pi_0}{\Delta}, \text{ wobei } \pi_0 \text{ der Sonnen-}$$

parallaxe und Δ der Entfernung des Planeten (Kometen) gemessen in Einheiten der mittleren Sonnenentfernung entspricht.)

30. Die **jeweilige Entfernung der Sonne** von ihren **Planeten**, oder der **Planeten** von der **Erde** zu berechnen.

Diese Rechnungen sind mit Hilfe der Ephemeriden sehr leicht. In der »American Ephemeris« z. B. findet man auf Seite III eines jeden Monats den Logarithmus des Radius Vectors der Erde für jeden Tag und daneben die Differenz für jede Stunde (zum Interpoliren); ebenso auf den Tafeln der Planeten, welche »Heliocentric Co-ordinates« überschrieben sind, den Logarithmus des Radius Vectors, sowie den Logarithmus der Entfernung von der Erde (nebst Interpolation). Nehmen wir die Harkness'sche Sonnenparallaxe ($8''80905$) als richtig an, so entspricht derselben eine wirkliche Entfernung der Sonne von der Erde von 149 340 870 Kilometern ($\log = 8,1741786$); halten wir uns aber an den international angenommenen Wert von $8''800$, so entspricht demselben eine Entfernung von 149 480 500 ($\log = 8,17458455$).

Wollen wir z. B. wissen, wie weit am 1. August 1897 die Erde von der Sonne entfernt war, so addiren wir einfach den oben angegebenen Logarithmus 8,1741786 zum Logarithmus des Radius Vectors der Erde, welchen die »American Ephemeris« für den 1. August 1897 (mittlerer Greenwicher Mittag) mit 0,0063308 angiebt. Die Summe dieser beiden Logarithmen giebt 8,1805094, welchem Logarithmus die Zal 151 533 763 entspricht, welche also die Entfernung der Sonne von der Erde in Kilometern angiebt.

In ganz gleicher Weise berechnet man die jeweiligen Entfernungen der anderen Planeten von der Sonne oder von der Erde, indem man einfach den betreffenden, den Ephemeriden entnommenen Logarithmus zu dem $\log$ der mittleren Entfernung der Sonne (wie oben angegeben) dazu addirt und in den Logarithmentafeln zu dem als Summe herausgekommenen Logarithmus die zugehörige Zal sucht.

31. Einen gemessenen Planetendurchmesser auf die mittlere Entfernung zu reduzieren.

Diese Rechnung muss jedem Amateur geläufig sein, der mit einem Mikrometer arbeitet, da alle Messungen von Planeten auf die mittlere Entfernung zu reduzieren sind; d. h. auf eine Entfernung, welche der halben grossen Axe ihrer elliptischen Bahnen um die Sonne gleichkommt. *)

Es seien:

- h = longitudinaler Planetenhalbmesser;
- σ = Winkelhalbmesser des Planeten, gemessen von der Erde aus;
- Δ = augenblickliche geocentrische Entfernung des Planeten;
- r_0 = mittlere heliocentrische Entfernung des Planeten;
- s_0 = Winkelhalbmesser des Planeten von der Sonne aus in der Entfernung r_0 .

*) Als Masseinheit wird dabei der Erdbahnhalmmesser zu Grunde gelegt, welcher auch die »Entfernung Eins« genannt wird. Um dem Leser die Reduktion seiner Messungen zu erleichtern, gebe ich ihm hier die Entfernung der wichtigsten Planeten nebst dem dazu gehörigen Logarithmus:

Jupiter:	Entfernung	5,20273;	Logarithmus	0,71623;
Saturn:	»	9,53885;	»	0,97949;
Mars:	»	1,52369;	»	0,18290;
Venus:	»	0,72333;	»	0,85934—1.

Man rechnet nach der Formel:

$$h = \Delta \sin \sigma$$

$$\sin s_0 = \frac{h}{r_0} \text{ (giebt } s_0 \text{).}$$

Genähert kann man auch rechnen:

$$s_0 = \frac{\Delta}{r_0} \sigma.$$

Will man aber σ_0 für die mittlere geocentrische Entfernung Δ_0 haben, so ist:

$$h = \Delta \sin \sigma,$$

$$h = \Delta_0 \sin \sigma_0, \text{ also:}$$

$$\sin \sigma_0 = \frac{\Delta}{\Delta_0} \sin \sigma \text{ oder } \sigma_0 = \frac{\Delta}{\Delta_0} \sigma.$$

Beispiel. Am 18. Februar 1897 10^h M.E.Z. hatte ich den Polardurchmesser des Jupiter mit 42"455 gemessen. Bei der Reduktion verfuhr ich also folgendermassen: $\sigma = 42''455$, meiner Messung entsprechend; r_0 hat laut der letzten Fussnote den Logarithmus 0,71623; Δ finde ich aus der »American Ephemeris« für 1897 (Seite 258) in der »Heliocentric Co-ordinates« überschriebenen Tafel unter der Columnne »Logarithm of distance from Earth at date« für den 18. Februar mit 0,6448310, also abgerundet 0,64483 angegeben. Weil aber die Messung um 10^h M.E.Z = 9^h M.G.Z erfolgte, muss ich interpoliren, indem ich berechne, wie viel von der Differenz der nächsten Angabe auf die neun Stunden entfällt. Die nächste Angabe bezieht sich auf den 20. Februar (in der Columnne »At intermediate date«) und giebt 0,6445757, also um 0,0002553 weniger. Ich muss also diese Differenz mit 0,00005 (rund) in Abzug bringen und erhalte somit als Wert für $\Delta = 0,64478$. Nach der oben angegebenen Formel suche ich nun h , indem ich Δ mit dem Sinus von σ multiplizire. Letzteren finde ich in den Logarithmentafeln, wo der Sinus von 42" mit 6,30882 angegeben ist. Die Ergänzung für die Decimalen (da ja $\sigma = 42''455$ ist) finde ich auch schnell, indem ich die Differenz zwischen $\sin 42''$ und $\sin 43''$ aus der Tafel mit 0,01022 entnehme, was also für 0"455 0,00465 ergibt, die ich zum $\sin 42''$ noch dazurechnen muss. Also habe ich für den $\sin \sigma$ jetzt 6,31347. Um Δ mit $\sin \sigma$ zu multiplizieren, brauche ich nur die beiden Logarithmen zu addiren; also:

$$\begin{array}{r} \Delta = 0,64478 \\ \sin \sigma = 6,31347 \\ \hline h = 6,95825. \end{array}$$

Wenn ich nun h durch r_0 dividire, so erhalte ich den Sinus von s_0 . Die Division erfolgt schnell dadurch, dass ich den Logarithmus von r_0 von jenem von h abziehe; also

$$\begin{array}{r} h = 6,95825 \\ r_0 = 0,71623 \\ \hline \sin s_0 = 6,24202. \end{array}$$

Aus diesem Sinus finde ich sofort den Wert von s_0 aus den Logarithmentafeln, wo als Sinus von $36''$ 6,24188 und als Sinus von $37''$ 6,25378 angegeben ist. Die Differenz zwischen beiden beträgt also 0,01190, jene zwischen dem Sinus von $36''$ und dem Sinus von s_0 nur 0,00014. Der Bruchteil entspricht also $0''012$, so dass die gesuchte Reduktion von σ auf s_0 $36''012$ ergibt. (Dass ich in den »Astronomischen Nachrichten« statt dessen $36''045$ angab, rührt daher, dass ich dort strenge und mit sieben Decimalen rechnete, während ich hier, wo es sich nur um ein Beispiel handelt, sowol die Stunde der Beobachtung, als auch die Decimalen der Logarithmen abrundete.)

32. Die **Verschiebung der geocentrischen Planetenmitte** wegen der Bewegung der Planeten und der Erde im Raume zu berechnen.

Bei Berechnung der λ (des Centralmeridians) eines Planeten darf dieser Faktor nicht ausser Acht gelassen werden, namentlich, wenn es sich um Venus handelt, deren Bewegung eine sehr schnelle ist, und bei der sich das Dreieck Erde — Venus — Sonne beständig verschiebt.

Der Einfachheit halber wollen wir genähert rechnen und annehmen, dass die Neigung der Venus-Bahn gegen die Ekliptik gleich 0 ist. (In Wirklichkeit beträgt sie $3^\circ 23' 37''$.)

Setzen wir an:

$r \ r'$ = heliocentrische Entfernung des Planeten an zwei verschiedenen Tagen;

$\Delta \ \Delta'$ = ebenso geocentrische;

$R \ R'$ = heliocentrische Entfernung der Erde;

$\lambda \ \lambda'$ = » Länge der Venus;

$\alpha = \lambda' - \lambda$;

A = Mittelpunkt der Venus, gesehen vom Erdorte E aus;

B = Mittelpunkt der Venus, gesehen vom Erdorte E' aus;

x = der von $A \ E$ und $B \ E'$ eingeschlossene Winkel, um dessen Betrag der Centralmeridian zu korrigiren ist;

$m \ m'$ = Elongationswinkel der Sonne — Erde, von der Venus aus, an den beiden Tagen.

Die Formeln stellen sich folgendermassen:

$$R^2 = \Delta^2 + r^2 - 2 \Delta \cdot r \cdot \cos m;$$

$$R'^2 = \Delta'^2 + r'^2 - 2 \Delta' \cdot r' \cdot \cos m', \text{ also:}$$

$$\cos m = \frac{\Delta^2 + r^2 - R^2}{2 \Delta \cdot r}, \text{ woraus man } m \text{ erhält;}$$

$$\cos m' = \frac{\Delta'^2 + r'^2 - R'^2}{2 \Delta' \cdot r'}, \quad \text{»} \quad \text{»} \quad m' \quad \text{»}.$$

Dann ist $m' - \alpha = m + x$, somit:

$$x = m' - m - \alpha.$$

Diese Rechnung wird dem Leser, welchem die vorigen eingeleuchtet haben, keine Schwierigkeiten bereiten, denn $r \ r'$ findet er in den »American Ephemeris« unter den »Heliocentric Co-ordinates« der Venus in Columne

»Logarithm of Radius Vector«, $\Delta \Delta'$ in der folgenden Columnne »Logarithm of distance from Earth«, $R R'$ in der Columnne »Logarithm of the Radius Vector of the Earth« auf der Seite III eines jeden Monats, $\lambda \lambda'$ in der Columnne »Heliocentric Longitude« der mit »Heliocentric Co-ordinates« überschriebenen Venus-Tafeln.

33. Um **Beobachtungen von der Erdoberfläche aus auf den Erdmittelpunkt zu reduzieren** (und umgekehrt), benötigt man die Kenntniss der Polhöhe, sowie des $\log \varrho$, d. h. der Entfernung des Beobachters vom Erdmittelpunkte.

Es heisse die geographische Breite (Polhöhe) eines Ortes φ , die geocentrische hingegen φ' , der Abstand des Ortes vom Erdmittelpunkte ϱ .

Zunächst ist es klar, dass φ stets grösser als φ' , und $\varphi - \varphi'$ am Äquator und an den Polen gleich 0 sein muss. Der Maximalwert von $\varphi - \varphi'$ findet der Theorie gemäss bei

$$\varphi = 45^{\circ} 5' 45'' 53 \text{ statt, und ist}$$

$$\varphi - \varphi' (\text{Max.}) = 11' 30'' 65.$$

Daraus ergibt sich die Formel:

$$\varphi - \varphi' = 690'' 65 \sin 2 \varphi - 1'' 16 \sin 4 \varphi$$

$$\log \varrho = 9,9992747 + 0,0007271 \cos 2 \varphi - 0,0000018 \cos 4 \varphi.$$

Auf diese Art ergibt sich z. B. für die Manora-Sternwarte, deren $\varphi = 44^{\circ} 32' 11''$ ist:

$$\varphi - \varphi' = 11' 30'' 52, \text{ also}$$

$$\varphi' = 44^{\circ} 20' 40'' 48$$

$\log \varrho = 9,9992883$ (gemessen mit dem Äquatoreal-Halbmesser a , d. h. $a = 1$ gesetzt).

34. Den **mittleren** und den **wahrscheinlichen Fehler** einer Reihe von Messungen mittelst der **Methode der kleinsten Quadrate** zu bestimmen.

Hat man von einem und demselben Objekte (z. B. einem Planetendurchmesser) eine Reihe von Messungen gemacht, die, auf die mittlere Entfernung reduziert, naturgemäss untereinander nicht ganz gleich sein können, so hat man noch den mittleren oder den wahrscheinlichen Fehler zu bestimmen, welcher den Messungen anhaftet. Es geschieht dies mittelst der Methode der kleinsten Quadrate, welche zwar zeitraubend, aber lange nicht so schwer ist, als viele Amateure glauben. Dies glaube ich dem Leser am besten durch ein Beispiel beweisen zu können, das ihm besser als eine Beschreibung der Methode die Sache verständlich machen wird.

Ich nehme dazu eine der Rechnungen, welche ich im Vorjahre ausführte, um die wahrscheinlichen Fehler meiner Messungen des Jupiter-Systems zu bestimmen.

Ich hatte u. a. elf Messungen des Äquatorealdurchmessers des Jupiter angestellt, welche, nachdem ich sie vorerst auf mittlere Entfernung reduziert hatte (siehe Anleitung 29), jene Werte ergaben, welche der Leser in der unten folgenden Tabelle in der ersten, n überschriebenen Spalte findet.

Die zweite Spalte (p) enthält das Gewicht oder den Wert, welchen ich der betreffenden Messung beimass: also 1 normal, 2, wenn ich aus den

Bemerkungen im Beobachtungs-Journale schliessen konnte, dass die Messung unter besonders günstigen Umständen erfolgte. (Deshalb kommen auch bisweilen $\frac{1}{2}$, 3 und selbst 4 vor, je nachdem ein Beobachter der betreffenden Messung nur halben oder dreifachen oder vierfachen Wert beimisst.)

Die dritte Spalte (pn) wiederholt die Decimalen, multipliziert mit dem Gewichte; deshalb findet man bei der 5., 6. und 8. Messung die Decimalen mit 2 multipliziert; wäre bei den betreffenden Messungen in der zweiten Spalte (p) statt 2 3 gestanden, so hätten eben die betreffenden Decimalen der 1. Spalte mit 3 multipliziert werden müssen.

Bevor ich die vierte Spalte (v) ausfüllen kann, muss ich aber die Spalte pn addiren — was 7549 ergibt — und diese Summe durch die Summe der Gewichte (also der Spalte p) — welche 14 ergibt, dividiren. Daraus erhalte ich zunächst das Mittel aller 14 Messungen (da ja ihrer drei doppelt zählen) mit $38''5392$ — zugleich das Resultat meiner Messungen des Äquatoreal-Durchmessers des Jupiter. Um nun zu sehen, welchen Wert meine einzelnen Messungen beanspruchen können, setze ich zunächst in die vierte Spalte (v) die Differenz zwischen der betreffenden Einzelmessung (n) und dem obigen Mittel aus meinen 14 Messungen. So steht also in Spalte v erste Zeile $+ 0,163$, weil die erste Messung mit $38''702$ um $0''163$ grösser ist als das gefundene Mittel von $38''539$; u. s. f.

In der fünften Spalte (v^2) habe ich dann die Quadrate der Zalen der vierten Spalte (v) eingesetzt, welche Potenzirung insofern schnell vor sich ging, als ich mich dabei der Jahn'schen Quadrattafeln bediente.

Die sechste Spalte (pv^2) enthält die Produkte der Multiplikation der fünften Spalte (v^2) mit den betreffenden Zalen der zweiten Spalte (p), wobei ich mich auf vier Decimalen beschränkte.

Hierauf addirte ich die Zalen der letzten Spalte (pv^2), was 0,5603 ergab — eben das kleinste mögliche Quadrat (nach dem die Methode ihren Namen hat), denn man kann sich leicht davon überzeugen, dass bei jeder anderen Annahme als jener des oben gefundenen Mittelwerts von $38''539$ diese Summe grösser sein würde.

n	p	pn	v	v^2	pv^2
38,"702	1	702	+ 0,"163	0,026 569	0,0266
130	1	130	— 409	167 281	1673
555	1	555	+ 16	256	3
554	1	554	+ 15	225	2
500	2	1000	— 39	1 521	30
573	2	1146	+ 34	1 156	23
874	1	874	+ 335	112 225	1122
359	2	718	— 180	32 400	648
711	1	711	+ 172	29 584	296
854	1	854	+ 315	99 225	992
305	1	305	— 234	54 756	548
	14	7549			0,5603
7549 : 14 = $38''5392$			$\Sigma(pv^2) = 0,5603$		

Will man nun den **mittleren Fehler** berechnen, so geschieht dies nach der Formel:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\frac{\sum(pv^2)}{m-1}} \text{ für eine Beobachtung, oder}$$

$$\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{\sum(pv^2)}{(m-1)p}} \text{ für das Mittel aus allen Beobachtungen, wobei}$$

m = der Zal aller in der Spalte n angeführten Messungen ist.

In unserem Falle haben wir also:

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\frac{0,5603}{11-1}} = \sqrt{\frac{0,5603}{10}} = \sqrt{0,05603} = 0,2367 \text{ (wobei das Wurzel-}$$

ausziehen schnell aus Jahn's Tafeln bewerkstelligt wurde).

Ferner:

$$\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{0,5603}{(11-1)14}} = \sqrt{\frac{0,5603}{10 \times 14}} = \sqrt{\frac{0,5603}{140}} =$$

$$\sqrt{\frac{0,05603}{14}} = \sqrt{0,004002} = 0,0632613.$$

Um aber den **wahrscheinlichen Fehler** zu finden, verfährt man nach der Formel:

$$f = \left(\sqrt{\frac{\sum(pv^2)}{n-1}} \right) \cdot 0,6745 \text{ für eine Beobachtung und}$$

$$f' = \frac{f}{\sqrt{p}} \text{ für alle Beobachtungen.}$$

In unserem Falle haben wir also:

$$f = \left(\sqrt{\frac{0,5603}{11-1}} \right) 0,6745 = \varepsilon_1 \cdot 0,6745 \text{ (siehe oben)}$$

$$= 0,2367 \cdot 0,6745 = 0,1597; \text{ und}$$

$$f' = \frac{0,1597}{\sqrt{14}} = \frac{0,1597}{3,7417} = 0,042681.$$

Folglich war das Mittel aus meinen Messungen des Äquatoreal-Durchmessers des Jupiter: $38''5392$ mit einem mittleren Fehler von $0,2367$ für eine Beobachtung, von $0,0632613$ für alle Beobachtungen und mit einem wahrscheinlichen Fehler von $0,1597$ für eine Beobachtung und von $0,042681$ für alle Beobachtungen. Nachdem letzterer sowol grösser als auch kleiner sein kann, giebt man ihm das Vorzeichen $\pm$ und schreibt also das ganze Resultat folgendermassen: $38''539 \pm 0,0427$, so wie dies der Leser auch in Nr. 3444 der »Astronomischen Nachrichten« findet.

Dieser wahrscheinliche Fehler giebt auch einen Anhaltspunkt, welcher Wert den betreffenden Messungen beizumessen ist: je kleiner er ist, desto verlässlicher sind die Messungen.

35. Die **Rotationszeit** eines **Planeten** zu berechnen, geschieht nach der Formel:

$$R = \frac{T}{a} = \frac{1}{a} \cdot T, \text{ wobei}$$

R = die gesuchte Rotationszeit,

T = die Zeit, welche zwischen zwei reduzierten Durchgängen eines Fleckes verflossen ist,

a = die Anzahl der in dieser Zeit erfolgten vollständigen Umdrehungen ist.

Wenn wir nun die fehlerhafte Bestimmung der Rotationszeit dR und die aus Beobachtungsfehlern resultierende fehlerhafte Bestimmung der Zeit dT nennen, so haben wir:

$$dR = \frac{1}{a} \cdot dT,$$

woraus hervorgeht, dass die Rotationszeit um so genauer bestimmt werden kann, je weiter auseinander die beiden Beobachtungen liegen.

Obige Formeln gelten auch für die Berechnung der Rotationszeit einzelner Flecke auf dem Jupiter.

36. Die **genaue Lage** eines **Fleckes** auf **Jupiter** zu berechnen, ist dann nötig, wenn man aus einer Zal Zeichnungen eine Karte der Oberfläche des Planeten herstellen will.

Wenn auf der sphäroidischen Oberfläche des Jupiter

ω die (jovicentrische westliche) Länge eines Fleckes in dem angenommenen Längensysteme (Marth II) ist,

ω_0 jene des Central-Meridians,

β' die Breite des Fleckes,

dann sind die anscheinenden Koordinaten x und y des Fleckes, bezogen auf die Halbaxen a und b der Scheibe:

$$\begin{aligned} x &= a \cos \beta' \sin (\omega - \omega_0) \\ y &= b \sin (\beta - B') + x \sin B \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\omega - \omega_0), \end{aligned}$$

wobei $\operatorname{tg} B' = \operatorname{tg} B \sec \varepsilon_0$ ist. (B = die jovicentrische Breite der Erde über dem Äquator des Jupiter, $\cos \varepsilon_0$ = das Verhältniß der Polaraxe zum Äquatoreal-Durchmesser.)

Die Werte von ω und β' sind natürlich am besten bestimmt, wenn der Fleck den Centralmeridian passirt, so dass:

$$\omega = \omega_0 \text{ und:}$$

$$\sin (\beta' - B') = \frac{y}{b}$$

ist. Die jovicentrische Breite β des Fleckes ist mit β' durch $\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \beta' \cos \varepsilon_0$ in Verbindung, aber überflüssig, weil es praktisch genügt, β' zu kennen, also die jovicentrische Breite des Punktes, wo die Sphäre um die Polaraxe herum als Durchmesser von der lotrechten Linie geschnitten wird, die vom Fleck

auf die Polaraxe gefällt wird. Nachdem die Breite B nur klein ist, wird B' gefunden, indem man zu B $\frac{1}{15}$ dazuaddirt.

Nach dieser Anleitung die Werte einzustellen, kann für den Leser, welcher die Jupiter-Ephemeriden von Crommelin (früher Marth) besitzt, nicht schwer sein. Allerdings ist aber die Arbeit sehr zeitraubend, weshalb für genäherte Karten auch nach einem grafischen Verfahren vorgegangen werden kann.

37. Polardurchmesser-Messungen des Saturn zu korrigiren, ist dann nötig, wenn die Axe des Planeten beträchtlich gegen die Gesichtslinie geneigt ist (Elevationswinkel), und sich infolge der starken Abplattung der Polardurchmesser messbar vergrößert.

Man bedient sich dazu des von Bessel abgeleiteten Faktors:

$$\frac{\sqrt{1 - e^2}}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 b}}$$

wobei:

e = der Excentrizität des Sphäroides — also $e = \sqrt{1 - (0,900)^2}$ — und
 b = dem Elevationswinkel der Erde über der Ebene des Saturnrings ist.
 (Letzterer Wert ist der Ephemeride zu entnehmen [in den »American Ephemeris« unter »The apparent elements of Saturn's rings«].)

38. Korrektion von Messungen der Mars-Polarflecke.

Bei solchen Messungen darf der Umstand nicht ausser Acht gelassen werden, dass sie sich auf Punkte beziehen, die infolge der Umdrehung des Mars fortwährend ihre Lage ändern. Man bringt daher eine Korrektion der beobachteten Positionswinkel wegen ihres Abstandes vom Pole an, wozu man sich folgender Formel bedient:

$$\text{Corr.} = \mp \delta \sin \alpha \cos L \pm \delta \cos \alpha \sin L,$$

wobei:

δ = den Polarabstand,

α = die areographische Länge des Fleckes und

L = areografische Länge des Mittelpunktes der Marsscheibe bedeutet.

Die oberen Zeichen gelten für den Nordpolarfleck, die unteren für den Südpolarfleck. Man kann sich aber die Arbeit ersparen, wenn man sich der unten folgenden von Lohse entworfenen Tabelle bedient (die sich allerdings nur auf den Südpolarfleck bezieht), deren Korrektionsangaben für die bezeichneten areografischen Längen des Mittelpunktes der Marsscheibe gelten. Letztere entnimmt man den Marth'schen Ephemeriden, welche hoffentlich ebenfalls von Crommelin fortgesetzt werden.

Centrum des Südpolarfleckes: $\alpha = 21^\circ 47'$, $\delta = 5^\circ 68'$.

Areogr. Länge	Korrektion	Areogr. Länge	Korrektion	Areogr. Länge	Korrektion
0	0	0	0	0	0
0	+ 2,08	120	— 5,62	240	+ 3,54
10	+ 1,13	130	— 5,39	250	+ 4,26
20	+ 0,16	140	— 4,99	260	+ 4,85
30	— 0,84	150	— 4,44	270	+ 5,29
40	— 0,81	160	— 3,77	280	+ 5,57
50	— 2,71	170	— 2,97	290	+ 5,68
60	— 3,54	180	— 2,08	300	+ 5,62
70	— 4,26	190	— 1,13	310	+ 5,39
80	— 4,85	200	— 0,16	320	+ 4,99
90	— 5,29	210	+ 0,84	330	+ 4,44
100	— 5,57	220	+ 0,81	340	+ 3,77
110	— 5,68	230	+ 2,71	350	+ 2,97

(NB. Das Centrum des Nordpolarflecks dürfte $\alpha = 235^0$ und $\delta = 0^054$ haben.)

39. Die Abplattung eines Planeten zu berechnen.

Hat man die beiden Durchmesser eines Planeten gemessen, dieselben verschieden gefunden und wünscht zu wissen, welche Abplattung den Messungen entspricht, so verfährt man nach folgender Formel, in welcher

a = Äquatoreal-Halbmesser des Planeten,

b = Polar- » » »

c = Abplattung » » »

bedeuten:

$$c = \frac{100}{\left(\frac{a - b}{a}\right)}.$$

Beispiel. Meine Messungen des Jupiter von 1897 ergaben $a = 19''2695$, $b = 18''067$; ich wollte also die Abplattung c suchen, welche diesen Messungen entspricht. So setzte ich denn:

$$\frac{100}{\left(\frac{19,2695 - 18,067}{19,2695}\right)} = \frac{100}{\left(\frac{1,2025}{19,2695}\right)} = \frac{100}{0,062404} = 16,025.$$

Also beträgt die Abplattung des Jupiter $\frac{1}{16,025}$.

40. Das Volumen eines Planeten zu berechnen, bedient man sich nachstehender Formeln, in welchen bedeuten:

V = das gesuchte Volumen,

R = mittlere Entfernung des Planeten von der Sonne (also für Jupiter z. B. 5,20273 — siehe Anleitung 29, Fussnote),

π = Sonnen-Parallaxe (also $8''809$),

a = Äquatoreal-Halbmesser des Planeten,

b = Polar-Halbmesser des Planeten;

$$2a = \frac{R a}{\pi} \text{ und } 2b = \frac{R b}{\pi}.$$

Dann ist:

$$V = (2a)^2 \cdot 2b.$$

Wollen wir also beispielsweise berechnen, wie gross das Volumen Jupiters auf Grund meiner in der vorigen Anleitung gegebenen Messungen sei, so haben wir nur nach den obigen Formeln die betreffenden Werte einzusetzen, also:

$$38''539 = \frac{5,20273 \cdot 19,2695}{8''809} = \frac{100,255}{8,809} = 11,381.$$

Ferner:

$$36''134 = \frac{5,20273 \cdot 18,067}{8,809} = 10,671.$$

Also:

$$V = 11,381^2 \cdot 10,671 = 129,527161 \times 10,671 = 1382,2.$$

Demnach würde nach meinen Messungen (und bei Annahme der Harkness'schen Sonnen-Parallaxe) Jupiter 1382,2 mal grösser sein als unsere Erde.

41. Die Dichtigkeit eines Planeten wird nach der Formel

$$D = \frac{M}{m} \cdot \frac{\delta^3}{\Delta^3} \cdot d \text{ berechnet, in welcher}$$

D = der gesuchten Dichtigkeit,

M = der Masse des Jupiter,

m = » » der Erde,

Δ = dem Durchmesser des Jupiter,

δ = » » der Erde,

d = der Dichtigkeit der Erde entspricht.

Beispiel. Wie gross ist die Dichtigkeit Jupiters auf Grund meiner Messungen?

Nach obiger Formel haben wir zu setzen:

$$D = \frac{\frac{1}{1047,5}}{\frac{1}{325000}} \cdot \left(\frac{12735}{140642} \right)^3 \cdot 5,55.*)$$

Brüche werden dividirt, indem man einerseits den Zähler des Dividenden mit dem Nenner des Divisors und anderseits den Nenner des Dividenden mit dem Zähler des Divisors multipliziert und hierauf das erste Produkt durch das zweite teilt. Daraus folgt also:

$$D = \frac{325000}{1047,5} \cdot \left(\frac{12735}{140642} \right)^3 \cdot 5,55.$$

*) Die Dichtigkeit unserer Erde ist noch nicht mit voller Genauigkeit bekannt, indem die Berechnungen zwischen 5,41 und 5,69 schwanken. Ich nehme daher das Mittel der fünf verlässlichsten Bestimmungen an, und dieses ist 5,55.

Um dies auszurechnen, setzen wir:

$$\begin{array}{rcl}
 \log 325\,000 & = & 5,5118834 \\
 + \quad \text{»} \quad 5,55 & = & 0,7442930 \\
 \hline
 & & 6,2561764 \\
 - \log 1047,5 & = & 3,0201540 \\
 \hline
 & & 3,2360224 \\
 + \text{ (Dreifaches) } & & 6,8706514-10 \\
 \hline
 \log D & = & 0,1066738 \\
 \text{num log} = D & = & 1,27842
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \log 12735 & = & 4,1049989 \\
 - \quad \text{»} \quad 140\,642 & = & 5,1481151 \\
 \hline
 & & 8,9568838-10 \\
 \text{ (Dreifaches*) } & & 6,8706514-10
 \end{array}$$

Also ergäbe sich die Dichtigkeit des Jupiter nach meinen Messungen mit 1,27842 des Wassers oder 0,23035 der Erde.

42. Die **Masse eines Planeten** zu berechnen, braucht man nur seine Dichtigkeit mit seinem Volumen zu multiplizieren. Beispielsweise würde sich die Masse des Jupiter auf Grund meiner Messungen folgendermassen ergeben:

Dichtigkeit des Jupiter = 1,278 des Wassers, also = 0,23 der Erde.

Volumen des Jupiter = 1382,2 der Erde.

Folglich $0,23 \times 1382,2 = 318$.

Die Masse (oder das Gewicht) des Jupiter beträgt also das 318fache der Erde.

Will man das Gewicht des Jupiter in Kilogrammen finden, so kann man entweder jenes der Erde (5,957 930 Trillionen Kilogramm) mit 318 multiplizieren (was 1894,658 261 Trillionen Kilogramm ergibt) oder auf folgende Art dazu kommen.

Es seien: V_j = Volumen des Jupiter,
 V_e = » der Erde,
 D_j = Dichtigkeit des Jupiter,
 D_e = » der Erde

(wobei die Dichtigkeit des Wassers gleich 1 gesetzt ist).

Nachdem 1 Liter = 1 Kubikdecimeter Wasser = 1 Kilogramm wiegt, ist 1 Kubikdecimeter des Jupiter = D_j Kilogramm und 1 Kubikdecimeter der Erde = D_e Kilogramm schwer. Folglich, wenn die Volumina in Kubikdecimetern ausgedrückt werden, ist:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Gewicht des Jupiter} & = & G_j = V_j D_j \text{ in Kilogrammen} \\
 \text{» der Erde} & = & G_e = V_e D_e \text{ » }
 \end{array}$$

somit auch:

$$G_j = \frac{V_j}{V_e} \cdot \frac{D_j}{D_e} \cdot G_e.$$

Das Resultat muss dann ebenfalls 1894,658 261 Trillionen Kilogramm ergeben.

*) Wegen des Kubus ist der Logarithmus des Quotienten dreifach zu nehmen.

43. Die **Centrifugalkraft eines Planeten** (oder überhaupt einer rotirenden Kugel), d. h. jedes Punktes seiner Peripherie berechnet man einfach nach der Formel:

$$39,4784 \frac{r}{t^2},$$

d. h. indem man den Halbmesser des Planeten durch das Quadrat seiner Umlaufszeit dividirt und den Quotienten mit der Zal 39,4784 multipliziert.

(Letztere Zal rührt aus der Formel $f = \frac{4 \pi^2 r}{t^2}$ her.)

44. Die **Bewegungsschnelligkeit eines Planeten** pro Sekunde findet man, indem man die Charakteristik des Sonnensystems ($k = 0,017202$) mit dem Abstände des Planeten in mittlerer Entfernung (in Kilometern ausgedrückt) multipliziert und das Produkt durch 86400 (der Anzal Sekunden, welche ein Tag hat) dividirt.

Beispiel. Unsere Erde ist von der Sonne etwa 149341000 Kilometer weit entfernt; um ihre Schnelligkeit pro Sekunde zu kennen, setzen wir an:

$$\frac{149341000 \cdot 0,017202}{86400} = 29,733 \text{ Kilometer.}$$

45. Zu berechnen, welche **Schnelligkeit** ein von einem **Planeten ausgeschleuderter Körper** haben müsste, um **aus seinem Anziehungsbereich** zu kommen.

Die betreffende Formel ist:

$$V = \sqrt{2 g r},$$

wobei g die Intensität der Schwere*), r der Halbmesser des Planeten ist. Auf unsere Erde angewendet, hätten wir:

$$V = \sqrt{2 \times 9,81 \times 6371} = \sqrt{125000} = 11181 \text{ Meter.}$$

Somit würde ein mit einer Schnelligkeit von 11181 Metern in der Sekunde von der Erde abgeschleuderter (oder hinausgeschossener) Körper weder auf sie zurückfallen, noch sie als Satellit umkreisen, sondern auf Nimmerwiedersehen im Weltall verschwinden. (In gleicher Weise findet man für den Mond eine Schnelligkeit von 2381 Metern.)

*) Die Intensität der Schwere ist gleich der Schnelligkeit eines im leeren Raume fallenden Körpers am Ende der ersten Sekunde; also für die Erde:

An den Polen (90°)	9,8316 ^m	Unter 40°	9,8016 ^m
Unter 80°	8306	» 30	7930
» 70	8262	» 20	7861
» 60	8193	» 10	7818
» 50	8108	Am Äquator (0°)	7806



Vierter Teil.

Tafeln.



Tafel I. Jeden Tag des Jahres in Bruchteilen eines Jahres auszudrücken.

Januar		Februar		März		April		Mai		Juni		Juli		August		September		Oktober		November		Dezember	
1	0, 000	1	0, 085	1	0, 162	1	0, 246	1	0, 329	1	0, 413	1	0, 496	1	0, 580	1	0, 665	1	0, 747	1	0, 832	1	0, 915
2	003	2	088	2	164	2	249	2	331	2	416	2	498	2	583	2	668	2	750	2	835	2	917
3	006	3	090	3	167	3	252	3	334	3	419	3	501	3	586	3	671	3	753	3	838	3	920
4	008	4	093	4	170	4	255	4	337	4	422	4	504	4	589	4	674	4	756	4	841	4	923
5	011	5	096	5	173	5	257	5	340	5	424	5	507	5	591	5	676	5	758	5	843	5	925
6	014	6	099	6	175	6	260	6	342	6	427	6	509	6	594	6	679	6	761	6	846	6	928
7	016	7	101	7	178	7	263	7	345	7	430	7	512	7	597	7	682	7	764	7	849	7	931
8	019	8	104	8	181	8	266	8	348	8	433	8	515	8	600	8	685	8	767	8	852	8	934
9	022	9	107	9	183	9	268	9	351	9	435	9	518	9	602	9	687	9	769	9	854	9	936
10	025	10	110	10	186	10	271	10	353	10	438	10	520	10	605	10	690	10	772	10	857	10	939
11	027	11	112	11	189	11	274	11	356	11	441	11	523	11	608	11	693	11	775	11	860	11	942
12	030	12	115	12	192	12	277	12	359	12	444	12	526	12	611	12	695	12	778	12	862	12	945
13	033	13	118	13	194	13	279	13	361	13	446	13	528	13	613	13	698	13	780	13	865	13	947
14	036	14	121	14	197	14	282	14	364	14	449	14	531	14	616	14	701	14	783	14	868	14	950
15	038	15	123	15	200	15	285	15	367	15	452	15	534	15	619	15	704	15	786	15	871	15	953
16	041	16	126	16	203	16	288	16	370	16	455	16	537	16	622	16	706	16	789	16	873	16	956
17	044	17	129	17	205	17	290	17	372	17	457	17	539	17	624	17	709	17	791	17	876	17	958
18	047	18	131	18	208	18	293	18	375	18	460	18	542	18	627	18	712	18	794	18	879	18	961
19	049	19	134	19	211	19	296	19	378	19	463	19	545	19	630	19	715	19	797	19	882	19	964
20	052	20	137	20	214	20	298	20	381	20	465	20	548	20	633	20	717	20	800	20	884	20	967
21	055	21	140	21	216	21	301	21	383	21	468	21	550	21	635	21	720	21	802	21	887	21	969
22	058	22	142	22	219	22	304	22	386	22	471	22	553	22	638	22	723	22	805	22	890	22	972
23	060	23	145	23	222	23	307	23	389	23	474	23	556	23	641	23	726	23	808	23	893	23	975
24	063	24	148	24	225	24	309	24	392	24	476	24	559	24	643	24	728	24	810	24	895	24	977
25	066	25	151	25	227	25	312	25	394	25	479	25	561	25	646	25	731	25	813	25	898	25	980
26	068	26	153	26	230	26	315	26	397	26	482	26	564	26	649	26	734	26	816	26	901	26	983
27	071	27	156	27	233	27	318	27	400	27	485	27	567	27	652	27	737	27	819	27	904	27	986
28	074	28	159	28	236	28	320	28	403	28	487	28	570	28	654	28	739	28	821	28	906	28	988
29	077	29		29	238	29	323	29	405	29	490	29	572	29	657	29	742	29	824	29	909	29	991
30	079	30		30	241	30	326	30	408	30	493	30	575	30	660	30	745	30	827	30	912	30	994
31	082	31		31	244	31		31	411	31		31	578	31	663	31		31	830	31		31	997

Oft (namentlich bei Doppelsternmessungen) wird in der Astronomie statt des Datums und der Stunde einer Beobachtung der betreffende Bruchteil des Jahres angegeben. Um dies selbst ohne Rechnung tun und für derlei Angaben ebenso ohne Rechnung das betreffende Datum finden zu können, dient vorstehende Tabelle.

(In der ersten Spalte jedes Monats findet man den Monatstag, in der zweiten den Bruchteil des Jahres; also z. B. 1898 9. Juli $0^h = 1898,518$. Aber 1898 9. Juli $12^h = 1898,519$. Oder $1895,226 = 1895$ 24. März 12^h .)

Tafel II.

Stunden, Minuten und Sekunden in Teilen des Tages auszudrücken.

Std.	Teile des Tages	Min.	Teile des Tages	Min.	Teile des Tages	Sek.	Teile des Tages	Sek.	Teile des Tages
1	0. 04167	1	0. 00069	31	0. 02153	1	0. 00001	31	0. 00036
2	08333	2	0139	32	2222	2	02	32	37
3	12500	3	0208	33	2292	3	03	33	38
4	16667	4	0278	34	2361	4	05	34	39
5	20833	5	0347	35	2431	5	06	35	41
6	0. 25000	6	0. 00417	36	0. 02500	6	0. 00007	36	0. 00042
7	29167	7	0486	37	2569	7	08	37	43
8	33333	8	0556	38	2639	8	09	38	44
9	37500	9	0625	39	2708	9	10	39	45
10	41667	10	0694	40	2778	10	12	40	46
11	0. 45833	11	0. 00764	41	0. 02847	11	0. 00013	41	0. 00047
12	50000	12	0833	42	2917	12	14	42	49
13	54167	13	0903	43	2986	13	15	43	50
14	58333	14	0972	44	3056	14	16	44	51
15	62500	15	1042	45	3125	15	17	45	52
16	0. 66667	16	0. 01111	46	0. 03194	16	0. 00019	46	0. 00053
17	70833	17	1181	47	3264	17	20	47	54
18	75000	18	1250	48	3333	18	21	48	56
19	79167	19	1319	49	3403	19	22	49	57
20	83333	20	1389	50	3472	20	23	50	58
21	0. 87500	21	0. 01458	51	0. 03542	21	0. 00024	51	0. 00059
22	91667	22	1528	52	3611	22	25	52	60
23	95833	23	1597	53	3681	23	27	53	61
24	1. 00000	24	1667	54	3750	24	28	54	62
		25	1736	55	3819	25	29	55	64
		26	0. 01806	56	0. 03889	26	0. 00030	56	0. 00065
		27	1875	57	3958	27	31	57	66
		28	1944	58	4028	28	32	58	67
		29	2014	59	4097	29	34	59	68
		30	2083	60	4167	30	35	60	69

Tafel III. Verwandlung der Zeit in Bogen.

Stunden	0	Minuten		Minuten	
1h	15 ⁰	1m	0 ⁰ 15'	31m	7 ⁰ 45'
2	30	2	0 30	32	8 0
3	45	3	0 45	33	8 15
4	60	4	1 0	34	8 30
5	75	5	1 15	35	8 45
6	90	6	1 30	36	9 0
7	105	7	1 45	37	9 15
8	120	8	2 0	38	9 30
9	135	9	2 15	39	9 45
10	150	10	2 30	40	10 0
11	165	11	2 45	41	10 15
12	180	12	3 0	42	10 30
13	195	13	3 15	43	10 45
14	210	14	3 30	44	11 0
15	225	15	3 45	45	11 15
16	240	16	4 0	46	11 30
17	255	17	4 15	47	11 45
18	270	18	4 30	48	12 0
19	285	19	4 45	49	12 15
20	300	20	5 0	50	12 30
21	315	21	5 15	51	12 45
22	330	22	5 30	52	13 0
23	345	23	5 45	53	13 15
24	360	24	6 0	54	13 30
		25	6 15	55	13 45
		26	6 30	56	14 0
		27	6 45	57	14 15
		28	7 0	58	14 30
		29	7 15	59	14 45
		30	7 30	60	15 0

In manchen Sternkarten und bei Kometen-Anzeigen findet man nur die in Bogenmass ausgedrückten Rektascensionen. Die astronomische Praxis rechnet sonst ausnahmslos nur mit Rektascensions-Angaben in Zeit.

Nicht selten kommt man daher in die Lage Zeitmass in Bogenmass oder umgekehrt zu verwandeln. Hierzu bedient man sich am einfachsten dieser sowie der folgenden Tafel.

Tafel IV. Verwandlung der Bogen in Zeit.
Grade.

	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
0°	0 0	0 4	0 8	0 12	0 16	0 20	0 24	0 28	0 32	0 36
10	0 40	0 44	0 48	0 52	0 56	1 0	1 4	1 8	1 12	1 16
20	1 20	1 24	1 28	1 32	1 36	1 40	1 44	1 48	1 52	1 56
30	2 0	2 4	2 8	2 12	2 16	2 20	2 24	2 28	2 32	2 36
40	2 40	2 44	2 48	2 52	2 56	3 0	3 4	3 8	3 12	3 16
50	3 20	3 24	3 28	3 32	3 36	3 40	3 44	3 48	3 52	3 56
60	4 0	4 4	4 8	4 12	4 16	4 20	4 24	4 28	4 32	4 36
70	4 40	4 44	4 48	4 52	4 56	5 0	5 4	5 8	5 12	5 16
80	5 20	5 24	5 28	5 32	5 36	5 40	5 44	5 48	5 52	5 56
90	6 0	6 4	6 8	6 12	6 16	6 20	6 24	6 28	6 32	6 36
100	6 40	6 44	6 48	6 52	6 56	7 0	7 4	7 8	7 12	7 16
110	7 20	7 24	7 28	7 32	7 36	7 40	7 44	7 48	7 52	7 56
120	8 0	8 4	8 8	8 12	8 16	8 20	8 24	8 28	8 32	8 36
130	8 40	8 44	8 48	8 52	8 56	9 0	9 4	9 8	9 12	9 16
140	9 20	9 24	9 28	9 32	9 36	9 40	9 44	9 48	9 52	9 56
150	10 0	10 4	10 8	10 12	10 16	10 20	10 24	10 28	10 32	10 36
160	10 40	10 44	10 48	10 52	10 56	11 0	11 4	11 8	11 12	11 16
170	11 20	11 24	11 28	11 32	11 36	11 40	11 44	11 48	11 52	11 56
180	12 0	12 4	12 8	12 12	12 16	12 20	12 24	12 28	12 32	12 36
190	12 40	12 44	12 48	12 52	12 56	13 0	13 4	13 8	13 12	13 16
200	13 20	13 24	13 28	13 32	13 36	13 40	13 44	13 48	13 52	13 56
210	14 0	14 4	14 8	14 12	14 16	14 20	14 24	14 28	14 32	14 36
220	14 40	14 44	14 48	14 52	14 56	15 0	15 4	15 8	15 12	15 16
230	15 20	15 24	15 28	15 32	15 36	15 40	15 44	15 48	15 52	15 56
240	16 0	16 4	16 8	16 12	16 16	16 20	16 24	16 28	16 32	16 36
250	16 40	16 44	16 48	16 52	16 56	17 0	17 4	17 8	17 12	17 16
260	17 20	17 24	17 28	17 32	17 36	17 40	17 44	17 48	17 52	17 56
270	18 0	18 4	18 8	18 12	18 16	18 20	18 24	18 28	18 32	18 36
280	18 40	18 44	18 48	18 52	18 56	19 0	19 4	19 8	19 12	19 16
290	19 20	19 24	19 28	19 32	19 36	19 40	19 44	19 48	19 52	19 56
300	20 0	20 4	20 8	20 12	20 16	20 20	20 24	20 28	20 32	20 36
310	20 40	20 44	20 48	20 52	20 56	21 0	21 4	21 8	21 12	21 16
320	21 20	21 24	21 28	21 32	21 36	21 40	21 44	21 48	21 52	21 56
330	22 0	22 4	22 8	22 12	22 16	22 20	22 24	22 28	22 32	22 36
340	22 40	22 44	22 48	22 52	22 56	23 0	23 4	23 8	23 12	23 16
350	23 20	23 24	23 28	23 32	23 36	23 40	23 44	23 48	23 52	23 56

Minuten.

	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'
	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s	m s
0'	0 0	0 4	0 8	0 12	0 16	0 20	0 24	0 28	0 32	0 36
10	0 40	0 44	0 48	0 52	0 56	1 0	1 4	1 8	1 12	0 16
20	1 20	1 24	1 28	1 32	1 36	1 40	1 44	1 48	1 52	1 56
30	2 0	2 4	2 8	2 12	2 16	2 20	2 24	2 28	2 32	2 36
40	2 40	2 44	2 48	2 52	2 56	3 0	3 4	3 8	3 12	3 16
50	3 20	3 24	3 28	3 32	3 36	3 40	3 44	3 48	3 52	3 56

Tafel V. Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit.

Stunden			Minuten				Sekunden				
Mittlere Zeit	Sternzeit		Mittlere Zeit	Sternzeit		Mittlere Zeit	Sternzeit		Mittlere Zeit	Sternzeit	
h	h	m s	m	m	s	m	m	s	s	s	s
1	1	0 19,86	1	1	0,16	31	31	5,09	1	1,00	31 31,08
2	2	0 19,71	2	2	0,33	32	32	5,26	2	2,01	32 32,09
3	3	0 29,57	3	3	0,49	33	33	5,42	3	3,01	33 33,09
4	4	0 39,43	4	4	0,66	34	34	5,59	4	4,01	34 34,09
5	5	0 49,28	5	5	0,82	35	35	5,75	5	5,01	35 35,10
6	6	0 59,14	6	6	0,99	36	36	5,91	6	6,02	36 36,10
7	7	1 9,00	7	7	1,15	37	37	6,08	7	7,02	37 37,10
8	8	1 18,85	8	8	1,31	38	38	6,24	8	8,02	38 38,10
9	9	1 28,71	9	9	1,48	39	39	6,41	9	9,02	39 39,11
10	10	1 38,56	10	10	1,64	40	40	6,57	10	10,03	40 40,11
11	11	1 48,42	11	11	1,81	41	41	6,74	11	11,03	41 41,11
12	12	1 58,28	12	12	1,97	42	42	6,90	12	12,03	42 42,12
13	13	2 8,13	13	13	2,14	43	43	7,06	13	13,04	43 43,12
14	14	2 17,99	14	14	2,30	44	44	7,23	14	14,04	44 44,12
15	15	2 27,85	15	15	2,46	45	45	7,39	15	15,04	45 45,12
16	16	2 37,70	16	16	2,63	46	46	7,56	16	16,04	46 46,13
17	17	2 47,56	17	17	2,79	47	47	7,72	17	17,05	47 47,13
18	18	2 57,42	18	18	2,96	48	48	7,89	18	18,05	48 48,13
19	19	3 7,27	19	19	3,12	49	49	8,05	19	19,05	49 49,13
20	20	3 17,13	20	20	3,29	50	50	8,21	20	20,05	50 50,14
21	21	3 26,99	21	21	3,45	51	51	8,38	21	21,06	51 51,14
22	22	3 36,84	22	22	3,61	52	52	8,54	22	22,06	52 52,14
23	23	3 46,70	23	23	3,78	53	53	8,71	23	23,06	53 53,15
24	24	3 56,56	24	24	3,94	54	54	8,87	24	24,07	54 54,15
			25	25	4,11	55	55	9,04	25	25,07	55 55,15
			26	26	4,27	56	56	9,20	26	26,07	56 56,15
			27	27	4,44	57	57	9,36	27	27,07	57 57,16
			28	28	4,60	58	58	9,53	28	28,08	58 58,16
			29	29	4,76	59	59	9,69	29	29,08	59 59,16
			30	30	4,93	60	60	9,86	30	30,08	60 60,16

Beispiel. 1897 Januar 21, 2^h 22^m 25^s,6 mittlere Greenwicher Zeit soll in Sternzeit verwandelt werden.

Aus den Ephemeriden: Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittage	20 ^h	4 ^m	26 ^s ,2
Nach vorstehender Tafel	2 ^h	0	19 ^s ,71
	22 ^m	22	3 ^s ,61
	25 ^s		25 ^s ,07
	0,6		0,60

Gesuchte Greenwicher Sternzeit Januar 21 . . . 22^h 27^m 15,2

Tafel VI.
Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit.

Stunden				Minuten				Sekunden				
Sternzeit	Mittlere Zeit			Sternzeit	Mittlere Zeit		Sternzeit	Mittlere Zeit		Sternzeit	Mittlere Zeit	
h	h	m	s	m	m	s	m	m	s	s	s	s
1	0	59	50,17	1	0	59,84	31	30	54,92	1	1,00	31 30,92
2	1	59	40,34	2	1	59,67	32	31	54,76	2	1,99	32 31,91
3	2	59	30,51	3	2	59,51	33	32	54,59	3	2,99	33 32,91
4	3	59	20,68	4	3	59,34	34	33	54,43	4	3,99	34 33,91
5	4	59	10,85	5	4	59,18	35	34	54,27	5	4,99	35 34,90
6	5	59	1,02	6	5	59,02	36	35	54,10	6	5,98	36 35,90
7	6	58	51,19	7	6	58,85	37	36	53,94	7	6,98	37 36,90
8	7	58	41,36	8	7	58,69	38	37	53,77	8	7,98	38 37,90
9	8	58	31,53	9	8	58,53	39	38	53,61	9	8,98	39 38,89
10	9	58	21,70	10	9	58,36	40	39	53,45	10	9,97	40 39,89
11	10	58	11,87	11	10	58,20	41	40	53,28	11	10,97	41 40,89
12	11	58	2,05	12	11	58,03	42	41	53,12	12	11,97	42 41,89
13	12	57	52,22	13	12	57,87	43	42	52,96	13	12,96	43 42,88
14	13	57	42,39	14	13	57,71	44	43	52,79	14	13,96	44 43,88
15	14	57	32,56	15	14	57,54	45	44	52,63	15	14,96	45 44,88
16	15	57	22,73	16	15	57,38	46	45	52,46	16	15,96	46 45,87
17	16	57	12,90	17	16	57,22	47	46	52,30	17	16,95	47 46,87
18	17	57	3,07	18	17	57,05	48	47	52,14	18	17,95	48 47,87
19	18	56	53,24	19	18	56,89	49	48	51,97	19	18,95	49 48,87
20	19	56	43,41	20	19	56,72	50	49	51,81	20	19,95	50 49,86
21	20	56	33,58	21	20	56,56	51	50	51,64	21	20,94	51 50,86
22	21	56	23,75	22	21	56,40	52	51	51,48	22	21,94	52 51,86
23	22	56	13,92	23	22	56,23	53	52	51,32	23	22,94	53 52,86
24	23	56	4,09	24	23	56,07	54	53	51,15	24	23,93	54 53,85
				25	24	55,90	55	54	50,99	25	24,93	55 54,85
				26	25	55,74	56	55	50,83	26	25,93	56 55,85
				27	26	55,58	57	56	50,66	27	26,93	57 56,84
				28	27	55,41	58	57	50,50	28	27,92	58 57,84
				29	28	55,25	59	58	50,33	29	28,92	59 58,84
				30	29	55,09	60	59	50,17	30	29,92	60 59,84

Beispiel. 1897 Januar 21, 22^h 27^m 15^s,2 Greenwicher Sternzeit ist in mittlere Zeit zu verwandeln.

Von der gegebenen Sternzeit	22 ^h 27 ^m 15 ^s ,2
wird subtrahirt die Sternzeit im vorangehenden mittl. Mittag*)	20 4 26 ^s ,2
Rest	2 ^h 22 ^m 49 ^s ,0
Nach voranstehender Tafel findet sich	2 ^h . . . 1 ^h 59 ^m 40 ^s ,34
	22 ^m . . . 21 56 ^s ,40
	49 ^s ,0 . . . 48 ^s ,87
Gesuchte mittlere Greenwicher Zeit Januar 21	2 ^h 22 ^m 25 ^s ,6

*) Den Ephemeriden zu entnehmen.

Tafel VII.
Kimmtiefe

Höhe des Auges in Metern	Kimm- tiefe	
m	'	"
0,5	1	15
1,0	1	46
1,5	2	10
2,0	2	30
2,5	2	48
3,0	3	4
3,5	3	19
4,0	3	33
4,5	3	46
5,0	3	58
5,5	4	9
6,0	4	21
6,5	4	31
7,0	4	41
7,5	4	51
8,0	5	1
8,5	5	10
9,0	5	19
9,5	5	28
10,0	5	36
10,5	5	45
11,0	5	53
11,5	6	1
12,0	6	8
12,5	6	16
13,0	6	23
13,5	6	31
14,0	6	38
14,5	6	45
15,0	6	52
15,5	6	59
16,0	7	5
16,5	7	12
17,0	7	19
17,5	7	25
18,0	7	31
18,5	7	37
19,0	7	44
19,5	7	50
20,0	7	56

Tafel VIII.
Mittlere Refraktion.

Scheinb. Höhe	Refrak- tion	Scheinb. Höhe	Refrak- tion	Scheinb. Höhe	Refrak- tion	Scheinb. Höhe	Refrak- tion	Scheinb. Höhe	Refrak- tion
0	'	0	'	0	'	0	'	0	'
2	0	18	9	9	0	16	0	30	0
10	17	23		10	5	20	3	20	1
20	16	41		20	5	40	3	40	1
30	16	1		30	5	17	0	31	0
40	15	23		40	5	20	3	20	1
50	14	48		50	5	40	2	40	1
3	0	14	15	10	0	18	0	32	0
10	13	44		10	5	20	2	20	1
20	13	15		20	5	40	2	40	1
30	12	48		30	5	19	0	33	0
40	12	24		40	4	20	2	20	1
50	12	1		50	4	40	2	40	1
4	0	11	39	11	0	20	0	34	0
10	11	18		10	4	20	2	20	1
20	10	59		20	4	40	2	40	1
30	10	40		30	4	21	0	35	0
40	10	21		40	4	20	2	20	1
50	10	3		50	4	40	2	40	1
5	0	9	47	12	0	22	0	36	0
10	9	31		10	4	20	2	20	1
20	9	16		20	4	40	2	40	1
30	9	2		30	4	23	0	37	0
40	8	48		40	4	20	2	20	1
50	8	36		50	4	40	2	40	1
6	0	8	23	13	0	24	0	38	0
10	8	12		10	4	20	2	20	1
20	8	0		20	3	40	2	40	1
30	7	50		30	3	25	0	39	0
40	7	39		40	3	20	2	20	1
50	7	29		50	3	40	2	40	1
7	0	7	20	14	0	26	0	40	0
10	7	11		10	3	20	1	20	1
20	7	2		20	3	40	1	40	1
30	6	53		30	3	27	0	41	0
40	6	45		40	3	20	1	20	1
50	6	37		50	3	40	1	40	1
8	0	6	30	15	0	28	0	42	0
10	6	22		10	3	20	1	20	1
20	6	15		20	3	40	1	40	1
30	6	8		30	3	29	0	43	0
40	6	2		40	3	20	1	20	1
50	5	55		50	3	40	1	40	1
9	0	5	49	16	0	30	0	44	0

Tafel IX.
Korrektion der mittleren Refraktion für Temperatur.

Celsius Therm.	Mittlere Refraktion.																			
		' 1	' 2	' 3	' 4	' 5	' 6	' 7	' 8	' 9	' 10	' 11	' 12	' 13	' 14	' 15	' 16	' 17	' 18	
0	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
— 12	+	5	10	15	21	26	32	37	44	50	56	63	71	78	86	93	102	110	119	
— 11	+	5	10	14	19	25	30	35	41	47	54	60	67	74	81	89	96	104	112	
— 10	+	5	9	14	18	23	28	34	39	45	51	57	63	70	77	84	91	99	107	
— 9	+	4	9	13	17	22	27	32	37	42	48	54	60	66	72	79	86	93	100	
— 8	+	4	8	12	16	21	25	30	35	40	45	50	56	62	68	74	81	88	94	
— 7	+	4	8	11	15	19	23	28	32	37	42	47	53	58	64	70	76	82	89	
— 6	+	4	7	11	14	18	22	26	30	35	39	44	49	54	60	65	71	76	82	
— 5	+	3	7	10	13	17	20	24	28	32	37	41	46	50	55	60	66	71	77	
— 4	+	3	6	9	12	16	19	22	26	30	34	38	42	47	51	56	61	66	71	
— 3	+	3	6	8	11	14	17	21	24	28	31	35	39	43	47	51	56	60	65	
— 2	+	3	5	8	10	13	16	19	22	25	28	32	35	39	43	47	51	55	59	
— 1	+	2	5	7	9	12	14	17	20	23	26	29	32	35	39	42	46	50	54	
0	+	2	4	6	8	11	13	15	18	20	23	26	29	32	35	38	41	45	48	
+	+	2	4	6	7	9	11	14	16	18	20	23	25	28	31	34	37	40	43	
+	+	2	3	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	27	29	32	35	37	
+	+	1	3	4	6	7	9	10	12	13	15	17	19	21	23	25	27	30	32	
+	+	1	2	3	5	6	7	8	10	11	13	14	16	17	19	21	23	24	26	
+	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	21	
+	+	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	15	16	
+	+	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	6	6	7	7	8	9	10	11	
+	+	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	
+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
+	—	0	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	
+	—	0	1	1	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8	8	9	10	10	
+	—	1	1	2	3	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	
+	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	18	19	20	
+	—	1	2	3	5	6	7	8	10	11	12	14	15	17	19	20	22	23	25	
+	—	1	3	4	5	7	8	10	11	13	15	17	18	20	22	24	26	28	30	
+	—	2	3	5	6	8	10	11	13	15	17	19	21	23	26	28	30	33	35	
+	—	2	4	5	7	9	11	13	15	17	20	22	24	27	29	32	35	37	40	
+	—	2	4	6	8	10	12	15	17	19	22	24	27	30	33	36	39	42	45	
+	—	2	4	7	9	11	14	16	19	21	24	27	30	33	36	39	43	46	50	
+	—	2	5	7	10	12	15	18	20	23	26	30	33	36	40	43	47	51	54	
+	—	3	5	8	11	13	16	19	22	25	29	32	36	39	43	47	51	55	59	
+	—	3	6	8	11	14	17	21	24	27	31	35	38	42	46	51	55	59	64	
+	—	3	6	9	12	15	19	22	26	29	33	37	41	45	50	54	59	63	68	
+	—	3	6	10	13	16	20	24	27	31	35	40	44	48	53	58	63	68	73	
+	—	3	7	10	14	17	21	25	29	33	38	42	47	51	57	62	67	72	78	
+	—	4	7	11	15	18	22	26	31	35	40	45	49	54	60	65	71	76	82	
+	—	4	8	12	15	19	24	28	33	37	42	47	52	57	63	69	74	80	87	
+	—	4	8	12	16	20	25	29	34	39	44	49	55	60	66	72	78	85	91	
+	—	4	8	13	17	21	26	31	36	41	46	52	58	63	70	76	82	89	95	
+	—	4	9	13	18	22	27	32	38	43	49	54	60	66	73	79	86	93	100	
+	—	5	9	14	19	23	29	34	39	45	51	57	63	69	76	83	90	97	104	
+	—	5	10	14	19	24	30	35	41	47	53	59	65	72	79	86	93	101	109	
+	—	5	10	15	20	25	31	37	42	48	55	61	68	75	82	90	97	105	113	
+	—	5	10	16	21	26	32	38	44	50	57	64	71	78	85	93	101	109	117	
+	—	5	11	16	22	27	33	39	46	52	59	66	73	81	88	96	105	113	121	

Tafel X.
Korrektion der mittleren Refraktion für Barometerstand.

Barometer- stand. Millimeter	Mittlere Refraktion + Korrektion für Temperatur.																		
		' 1	' 2	' 3	' 4	' 5	' 6	' 7	' 8	' 9	' 10	' 11	' 12	' 13	' 14	' 15	' 16	' 17	' 18
mm		"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
710	—	3	7	10	13	17	20	23	27	30	34	37	41	44	48	51	55	59	62
712	—	3	6	10	13	16	19	22	26	29	32	36	39	42	46	49	52	56	59
714	—	3	6	9	12	15	18	21	24	27	31	34	37	40	43	46	50	53	56
716	—	3	6	9	12	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44	47	50	53
718	—	3	6	8	11	14	16	19	22	24	27	30	33	36	39	42	44	47	50
720	—	3	5	8	10	13	15	18	21	23	26	28	31	34	36	39	42	44	47
722	—	2	5	7	10	12	14	17	19	22	24	27	29	32	34	37	39	42	44
724	—	2	5	7	9	11	13	16	18	20	23	25	27	30	32	34	37	39	42
726	—	2	4	6	8	10	12	15	17	19	21	23	25	27	30	32	34	36	39
728	—	2	4	6	8	10	11	14	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	36
730	—	2	4	5	7	9	11	12	14	16	18	20	21	23	25	27	29	30	33
732	—	2	3	5	6	8	10	11	13	14	16	18	19	21	23	24	26	28	30
734	—	1	3	4	6	7	9	10	12	13	14	16	17	19	20	22	23	25	27
736	—	1	3	4	5	6	8	9	10	11	13	14	15	17	18	19	21	22	24
738	—	1	2	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21
740	—	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	12	14	15	16	17	18
742	—	1	2	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15
744	—	1	1	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	12
746	—	1	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9
748	—	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6
750	—	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3
752		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
754	+	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
756	+	0	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
758	+	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9
760	+	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	10	10	11	12	12
762	+	1	2	3	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	14	14	15
764	+	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
766	+	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21
768	+	1	3	4	5	6	8	9	11	12	13	15	16	17	19	20	21	23	24
770	+	2	3	4	6	7	9	10	12	13	15	16	18	19	21	23	24	26	27
772	+	2	3	5	7	8	10	11	13	15	17	18	20	22	23	25	27	28	30
774	+	2	4	5	7	9	11	13	14	16	18	20	22	24	26	28	29	31	33
776	+	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
778	+	2	4	6	8	11	13	15	17	19	21	23	26	28	30	32	35	37	39
780	+	2	5	7	9	11	14	16	18	20	23	25	28	30	33	35	37	40	42
782	+	2	5	7	10	12	15	17	20	22	25	27	30	32	35	37	40	43	45
784	+	3	5	8	10	13	16	18	21	23	26	29	32	34	37	40	43	45	48
786	+	3	6	8	11	14	17	19	22	25	28	31	33	36	39	42	45	48	51
788	+	3	6	9	12	14	18	20	23	26	29	32	35	39	42	45	48	51	54
790	+	3	6	9	12	15	19	22	25	28	31	34	37	41	44	47	51	54	57

Tafel XI. Verwandlung der Thermometer- und Barometer-Skalen.

Réaumur	Celsius	Fahren- heit	Celsius	Pariser Zoll und Linien	Millimeter	Englische Zoll	Millimeter
0	0	0	0	" "	mm	"	mm
0	0,00	+ 14	— 10,0	26 0	703,8	27,6	701,0
1	1,25	+ 16	— 8,9	1	706,1	27,7	703,6
2	2,50	+ 18	— 7,8	2	708,3	27,8	706,1
3	3,75	+ 20	— 6,7	3	710,6	27,9	708,6
4	5,00	+ 22	— 5,6	4	712,8		
5	6,25	+ 24	— 4,4	5	715,1	28,0	711,2
6	7,50	+ 26	— 3,3	6	717,4	28,1	713,7
7	8,75	+ 28	— 2,2	7	719,6	28,2	716,3
8	10,00	+ 30	— 1,1	8	721,9	28,3	718,8
9	11,25	+ 32	0,0	9	724,1	28,4	721,3
		+ 34	+ 1,1	10	726,4	28,5	723,9
10	12,50	+ 36	+ 2,2	11	728,6	28,6	726,4
11	13,75	+ 38	+ 3,3			28,7	729,0
12	15,00	+ 40	+ 4,4	27 0	730,9	28,8	731,5
13	16,25	+ 42	+ 5,6	1	733,1	28,9	734,0
14	17,50	+ 44	+ 6,7	2	735,4		
15	18,75	+ 46	+ 7,8	3	737,7	29,0	736,6
16	20,00	+ 48	+ 8,9	4	739,9	29,1	739,1
17	21,25	+ 50	+ 10,0	5	742,2	29,2	741,7
18	22,50	+ 52	+ 11,1	6	744,4	29,3	744,2
19	23,75	+ 54	+ 12,2	7	746,7	29,4	746,7
		+ 56	+ 13,3	8	748,9	29,5	749,3
20	25,00	+ 58	+ 14,4	9	751,2	29,6	751,8
21	26,25	+ 60	+ 15,6	10	753,4	29,7	754,4
22	27,50	+ 62	+ 16,7	11	755,7	29,8	756,9
23	28,75	+ 64	+ 17,8			29,9	759,4
24	30,00	+ 66	+ 18,9	28 0	758,0		
25	31,25	+ 68	+ 20,0	1	760,2	30,0	762,0
26	32,50	+ 70	+ 21,1	2	762,5	30,1	764,5
27	33,75	+ 72	+ 22,2	3	764,7	30,2	767,1
28	35,00	+ 74	+ 23,3	4	767,0	30,3	769,6
29	36,25	+ 76	+ 24,4	5	769,2	30,4	772,1
		+ 78	+ 25,6	6	771,5	30,5	774,7
30	37,50	+ 80	+ 26,7	7	773,7	30,6	777,2
31	38,75	+ 82	+ 27,8	8	776,0	30,7	779,8
32	40,00	+ 84	+ 28,9	9	778,3	30,8	782,3
33	41,25	+ 86	+ 30,0	10	780,5	30,9	784,8
34	42,50	+ 88	+ 31,1	11	782,8		
35	43,75	+ 90	+ 32,2			31,0	787,4
36	45,00	+ 92	+ 33,3	29 0	785,0	31,1	789,9
37	46,25	+ 94	+ 34,4	1	787,3	31,2	792,5
38	47,50	+ 96	+ 35,6	2	789,5	31,3	795,0

Tafel XII. Höhen-Parallaxe der Sonne.

Monat	Höhe										Monat
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	
	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	
Januar . .	9	9	8	8	7	6	4	3	2	0	Dezember
Februar . .	9	9	8	8	7	6	4	3	2	0	November
März . . .	9	8	8	7	7	6	4	3	1	0	Oktober
April . . .	9	8	8	7	7	5	4	3	1	0	September
Mai	8	8	8	7	6	5	4	3	1	0	August
Juni	8	8	8	7	6	5	4	3	1	0	Juli

Tafel XIII.
Höhen-Parallaxe der Planeten.

Horizontal- Parallaxe	H ö h e									
	0 ⁰	10 ⁰	20 ⁰	30 ⁰	40 ⁰	50 ⁰	60 ⁰	70 ⁰	80 ⁰	90 ⁰
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0
3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	0
4	4	4	4	3	3	3	2	1	1	0
5	5	5	5	4	4	3	3	2	1	0
6	6	6	6	5	5	4	3	2	1	0
7	7	7	7	6	5	5	4	2	1	0
8	8	8	8	7	6	5	4	3	1	0
9	9	9	8	8	7	6	5	3	2	0
10	10	10	9	9	8	6	5	3	2	0
20	20	20	19	17	15	13	10	7	3	0

Tafel XIV.
Dauer der bürgerlichen Dämmerung.

(Ende derselben: wenn die Sonne 6⁰ unter den Horizont gesunken ist.)

Breiten- grad	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.
0	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
42	33	31	30	31	34	36	35	32	30	30	32	33
43	33	31	30	31	35	37	36	32	30	30	33	34
44	34	32	31	32	35	38	37	33	31	31	33	35
45	35	32	31	33	36	39	38	34	32	32	34	35
46	35	33	32	33	37	40	38	35	32	32	34	36
47	36	34	33	34	38	41	39	36	33	34	35	37
48	37	34	33	35	39	43	41	36	33	34	36	38
49	38	35	34	36	40	44	42	37	34	34	37	39
50	39	36	34	36	41	45	43	38	35	35	38	40
51	40	37	35	37	43	47	44	39	36	36	39	42

Tafel XV.

Dauer der astronomischen Dämmerung.

(Endet, sobald die Sonne 18° unter dem Horizonte ist.)

Datum	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
1. Jan.	1 16	1 16	1 16	1 18	1 20	1 23	1 27	1 32	1 39	1 48	2 1	2 19	2 48	3 42
16. »	1 15	1 15	1 15	1 17	1 19	1 21	1 25	1 30	1 37	1 46	1 58	2 14	2 39	3 22
31. »	1 13	1 13	1 14	1 15	1 17	1 20	1 23	1 28	1 34	1 43	1 54	2 9	2 30	3 3
15. Febr.	1 11	1 12	1 12	1 14	1 15	1 18	1 22	1 26	1 32	1 40	1 50	2 4	2 23	2 51
2. März	1 10	1 11	1 11	1 13	1 14	1 17	1 21	1 25	1 31	1 39	1 49	2 3	2 21	2 49
17. »	1 10	1 10	1 11	1 12	1 14	1 17	1 21	1 26	1 32	1 40	1 51	2 5	2 26	2 58
1. April	1 10	1 10	1 11	1 13	1 15	1 18	1 22	1 27	1 34	1 43	1 55	2 13	2 41	3 35
16. »	1 11	1 11	1 12	1 14	1 17	1 20	1 25	1 31	1 39	1 49	2 5	2 30	3 22	(¹)
1. Mai	1 12	1 13	1 14	1 16	1 19	1 23	1 28	1 35	1 45	1 59	2 21	3 7	(¹)	(¹)
16. »	1 14	1 15	1 16	1 18	1 22	1 26	1 32	1 41	1 53	2 11	2 47	(¹)	(¹)	(¹)
31. »	1 15	1 16	1 18	1 20	1 24	1 29	1 36	1 45	2 0	2 25	3 45	(¹)	(¹)	(¹)
15. Juni	1 16	1 17	1 19	1 21	1 25	1 31	1 38	1 48	2 5	2 35	(¹)	(¹)	(¹)	(¹)
30. »	1 16	1 17	1 19	1 2	1 25	1 30	1 38	1 48	2 4	2 34	(¹)	(¹)	(¹)	(¹)
15. Juli	1 15	1 16	1 18	1 20	1 24	1 28	1 35	1 45	1 59	2 23	3 25	(¹)	(¹)	(¹)
30. »	1 14	1 14	1 16	1 18	1 21	1 25	1 32	1 40	1 51	2 9	2 41	(¹)	(¹)	(¹)
14. Aug.	1 12	1 13	1 14	1 16	1 19	1 22	1 28	1 34	1 44	1 57	2 18	2 58	(¹)	(¹)
29. »	1 11	1 11	1 12	1 14	1 17	1 20	1 24	1 30	1 38	1 49	2 4	2 27	3 12	(¹)
13. Sept.	1 10	1 10	1 11	1 13	1 15	1 18	1 22	1 27	1 34	1 43	1 55	2 12	2 38	3 26
28. »	1 10	1 10	1 11	1 12	1 14	1 17	1 21	1 25	1 32	1 40	1 50	2 5	2 25	2 56
13. Okt.	1 10	1 11	1 11	1 13	1 15	1 17	1 21	1 25	1 31	1 39	1 49	2 3	2 21	2 48
28. »	1 12	1 12	1 12	1 14	1 16	1 18	1 22	1 26	1 33	1 40	1 51	2 5	2 24	2 52
22. Nov.	1 13	1 13	1 14	1 15	1 17	1 20	1 24	1 28	1 35	1 43	1 54	2 9	2 31	3 4
27. »	1 15	1 15	1 15	1 17	1 19	1 22	1 26	1 30	1 37	1 46	1 58	2 15	2 40	3 24
12. Dez.	1 16	1 16	1 16	1 18	1 20	1 23	1 27	1 32	1 39	1 48	2 1	2 19	2 48	3 44
27. »	1 16	1 16	1 17	1 18	1 20	1 23	1 27	1 32	1 39	1 49	2 1	2 20	2 49	3 47

(¹) Die Sonne sinkt nicht 18° unter den Horizont.

Tafel XVI. Längen der Breite- und Längengrade von Grad zu Grad.

Grade	Breitegrade		Längengrade		Grade	Breitegrade		Längengrade	
	Geogr. Meilen	Kilo-meter	Geogr. Meilen	Kilo-meter		Geogr. Meilen	Kilo-meter	Geogr. Meilen	Kilo-meter
0	14,900	110,56	15,000	111,31	45	14,976	111,13	10,624	78,84
1	900	56	14,998	29	46	979	15	438	77,45
2	900	57	991	24	47	981	17	248	76,05
3	900	57	980	16	48	984	19	055	74,62
4	901	57	964	09	49	987	21	9,860	73,16
5	14,901	110,57	14,943	110,89	50	14,990	111,23	9,661	71,69
6	902	58	918	70	51	992	25	460	70,19
7	902	58	889	48	52	994	26	254	68,67
8	903	58	855	23	53	997	28	046	67,13
9	904	59	817	109,95	54	999	30	8,836	65,57
10	14,905	110,60	14,774	109,63	55	15,002	111,32	8,623	63,99
11	906	61	726	27	56	004	34	407	62,39
12	907	62	674	108,89	57	007	36	190	60,76
13	908	62	618	47	58	009	37	7,968	59,13
14	909	63	557	02	59	011	39	745	57,47
15	14,911	110,64	14,492	107,54	60	15,014	111,40	7,529	55,79
16	912	65	423	02	61	016	42	291	54,10
17	913	66	349	106,47	62	018	44	060	52,39
18	915	68	270	105,89	63	020	46	6,828	50,67
19	917	69	188	105,28	64	022	47	593	48,93
20	14,918	110,70	14,101	104,63	65	15,024	111,49	6,357	47,17
21	920	71	010	103,96	66	026	50	128	45,40
22	922	73	13,914	103,25	67	028	52	5,878	43,61
23	924	74	815	102,51	68	030	53	635	41,82
24	926	75	711	101,74	69	032	54	391	40,01
25	14,928	110,77	13,603	100,94	70	15,033	111,55	5,145	38,18
26	930	78	491	100,16	71	035	57	4,898	36,35
27	932	80	374	99,24	72	037	58	649	34,50
28	934	82	254	98,35	73	038	60	399	32,64
29	936	83	130	97,43	74	039	60	147	30,78
30	14,938	110,85	13,001	96,47	75	15,041	111,61	3,894	28,90
31	941	87	12,869	95,49	76	042	62	640	27,01
32	943	88	733	94,48	77	043	63	385	25,12
33	945	90	593	93,44	78	044	64	129	23,22
34	948	92	449	92,37	79	045	64	2,871	21,31
35	14,950	110,94	12,301	91,28	80	15,046	111,65	2,613	19,39
36	953	96	199	90,15	81	047	66	354	17,47
37	955	98	11,994	89,00	82	048	66	094	15,54
38	958	99	835	87,82	83	048	67	1,834	13,61
39	960	111,01	673	86,62	84	049	67	573	11,67
40	14,963	111,03	11,507	85,38	85	15,049	111,67	1,312	9,73
41	966	05	337	84,13	86	050	68	050	7,79
42	968	07	164	82,84	87	050	68	0,788	5,84
43	970	09	10,987	81,53	88	050	68	525	3,90
44	973	11	808	80,20	89	050	68	262	1,95
					90	0,000	0,000	0,000	0,00

Tafel XVII.

Geografische Lage verschiedener Sternwarten.

Die »Reduktion der Ortszeit auf Greenwicher Zeit« ist die in Zeit ausgedrückte Länge, mit demjenigen Vorzeichen angesetzt, welches Ortszeit in Greenwicher Zeit verwandelt.

Die »Korrektion für die Sternzeit-Reduktion« ist die Differenz: »Sternzeit im mittleren Mittage des Ortes — Sternzeit im mittleren Greenwicher Mittage«.

Name des Ortes	Geogr. Breite + Nord — Süd	Länge gegen Grw. O östlich W westlich	Reduktion der Ortszeit auf Greenw. Zeit	Korrekt. für die Sternzeit- Re- duktion
	o ' "	o ' "	h m s	s
Algier	+ 36 45 7,9	3 2 51,0 O	— 0 12 11,4	— 2,0
Athen	+ 37 58 20,0	23 43 55,5 O	— 1 34 55,7	— 15,6
Berlin	+ 52 30 16,7	13 23 43,5 O	— 0 53 34,9	— 8,8
Bilk (Düsseldorf)	+ 51 12 25,0	6 46 22,5 O	— 0 27 5,5	— 4,5
Birr Castle (Earl of Rosse)	+ 53 5 47,0	7 55 13,5 W	+ 0 31 40,9	+ 5,2
Bonn	+ 50 43 45,0	7 5 58,5 O	— 0 28 23,9	— 4,7
Breslau	+ 51 6 56,1	17 2 16,5 O	— 1 8 9,1	— 11,2
Brüssel	+ 50 51 10,7	4 22 13,5 O	— 0 17 28,9	— 2,9
Cambridge (England)	+ 52 12 51,6	0 5 40,5 O	— 0 0 22,7	— 0,1
Cambridge (U. S.)	+ 42 22 48,0	71 7 40,5 W	+ 4 44 30,7	+ 46,7
Chicago	+ 41 50 1,0	87 36 42,0 W	+ 5 50 26,8	+ 57,6
Christiania	+ 59 54 43,7	10 43 33,0 O	— 0 42 54,2	— 7,0
Cincinnati	+ 39 6 26,5	84 29 45,0 W	+ 5 37 59,0	— 55,5
Clinton (New-York)	+ 43 3 16,5	75 24 21,0 W	+ 5 1 37,4	+ 49,5
Córdoba (Argentina)	— 31 25 15,0	64 11 15,0 W	+ 4 16 45,0	+ 42,2
Dorpat	+ 58 22 47,1	26 43 24,0 O	— 1 46 53,6	— 17,6
Dublin	+ 53 23 13,0	6 20 16,5 W	+ 0 25 21,1	+ 4,2
Edinburg	+ 55 57 23,2	3 10 54,0 W	+ 0 12 43,6	+ 2,1
Florenz (Arcetri)	+ 43 45 14,4	11 15 46,5 O	— 0 45 3,1	— 7,4
Genf	+ 46 11 58,8	6 9 16,5 O	— 0 24 37,1	— 4,0
Glasgow (U. S.)	+ 39 16 16,8	92 49 43,5 W	+ 6 11 18,9	+ 61,0
Göttingen	+ 51 31 47,9	9 56 37,5 O	— 0 39 46,5	— 6,5
Gotha (Neue Sternwarte)	+ 50 56 37,5	10 42 37,5 O	— 0 42 50,5	— 7,0
Greenwich	+ 51 28 38,4	0 0 0,0	0 0 0,0	0,0
Hamburg	+ 53 33 7,0	9 58 25,5 O	— 0 39 53,7	— 6,6
Helsingfors	+ 60 9 42,3	24 57 18,0 O	— 1 39 49,2	— 16,4
Kapstadt	— 33 56 3,5	18 28 40,5 O	— 1 13 54,7	— 12,1
Kasan	+ 55 47 24,2	49 7 13,5 O	— 3 16 28,9	— 32,3
Kiel	+ 54 20 28,6	10 8 52,5 O	— 0 40 35,5	— 6,7
Königsberg	+ 54 42 50,6	20 29 43,5 O	— 1 21 58,9	— 13,5
Kopenhagen	+ 55 41 12,9	12 34 43,5 O	— 0 50 18,9	— 8,3
Kremsmünster	+ 48 3 23,8	14 8 12,0 O	— 0 56 32,8	— 9,3
Leiden	+ 52 9 20,2	4 29 4,5 O	— 0 17 56,3	— 2,9
Leipzig	+ 51 20 6,2	12 23 30,0 O	— 0 49 34,0	— 8,1
Lissabon (Tapada)	+ 38 42 31,3	9 11 9,0 W	+ 0 36 44,6	+ 6,0
Lund	+ 55 41 54,0	13 11 28,5 O	— 0 52 45,9	— 8,7
Lussinpiccolo (Manora- Sternwarte)	+ 44 32 11,0	14 28 9,5 O	— 57 52,4	— 9,5
Lyon	+ 45 41 40,0	4 46 58,5 O	— 0 19 7,9	— 3,1
Madras	+ 13 4 8,1	80 14 51,0 O	— 5 20 59,4	— 52,7
Madrid	+ 40 24 29,7	3 41 21,0 W	+ 0 14 45,4	+ 2,4
Mailand (Brera)	+ 45 28 0,7	9 11 31,5 O	— 0 36 46,1	— 6,0
Marseille (Neue Sternwarte)	+ 43 18 19,1	5 23 39,0 O	— 0 21 34,6	— 3,5
Melbourne	— 37 49 53,1	144 58 34,5 O	— 9 39 54,3	— 95,3
Moskau	+ 55 45 19,8	37 34 15,0 O	— 2 30 17,0	— 24,7
München (Bogenhausen)	+ 48 8 45,0	11 36 31,5 O	— 0 46 26,1	— 7,6
Neapel (Capo di Monte)	+ 40 51 45,4	14 14 57,0 O	— 0 56 59,8	— 9,4

Name des Ortes	Geogr. Breite + Nord — Süd	Länge gegen Grw. O östlich W westlich	Reduktion der Ortszeit auf Greenw. Zeit	Korrekt. für die Sternzeit- Re- duktion
	o ' "	o ' "	h m s	s
Nikolajev	+ 46 58 20,6	31 58 46,5 O	— 2 7 55,1	— 21,0
Odessa	+ 46 28 36,2	30 45 36,0 O	— 2 3 2,4	— 20,2
O Gyalla	+ 47 52 43,3	18 11 24,0 O	— 1 12 45,6	— 12,0
Padua	+ 45 24 2,5	11 52 15,0 O	— 0 47 29,0	— 7,8
Palermo	+ 38 6 44,0	13 21 3,0 O	— 0 53 24,2	— 8,8
Paris (Obs. National) . .	+ 48 50 11,2	2 20 15,0 O	— 0 9 21,0	— 1,5
Petersburg (Akademie) .	+ 59 56 29,7	30 18 22,5 O	— 2 1 13,5	— 19,9
Pola	+ 44 51 49,0	13 50 48,0 O	— 0 55 23,2	— 9,1
Potsdam	+ 52 22 56,0	13 3 58,5 O	— 0 52 15,9	— 8,6
Prag	+ 50 5 18,5	14 25 22,5 O	— 0 57 41,5	— 9,5
Pulkovo	+ 59 46 18,7	30 19 40,5 O	— 2 1 18,7	— 19,9
Rio de Janeiro	— 22 54 23,8	43 10 21,0 W	+ 2 52 41,4	+ 28,4
Rom (Collegio Romano) .	+ 41 53 53,7	12 28 24,0 O	— 0 49 53,6	— 8,2
Santiago de Chile (Neue Sternwarte)	— 33 26 42,0	70 41 34,5 W	+ 4 42 46,3	+ 46,5
Stockholm	+ 59 20 34,0	18 3 30,0 O	— 1 12 14,0	— 11,9
Strassburg	+ 48 35 0,2	7 46 10,5 O	— 0 31 4,7	— 5,1
Sydney	— 33 51 41,1	151 12 42,0 O	— 10 4 50,8	— 99,4
Tacubaya (Mexico) . . .	+ 19 24 17,5	99 11 37,5 W	+ 6 36 46,5	+ 65,2
Toulouse	+ 43 36 47,0	1 27 45,0 O	— 0 5 51,0	— 1,0
Triest (k. k. Sternwarte) .	+ 45 38 45,4	13 45 45,0 O	— 0 55 3,0	— 9,0
Turin	+ 45 4 8,4	7 41 48,0 O	— 0 30 47,2	— 5,1
Upsala	+ 59 51 29,4	17 37 34,5 O	— 1 10 30,3	— 11,6
Utrecht	+ 52 5 10,5	5 7 49,5 O	— 0 20 31,3	— 3,4
Wien (k. k. Sternwarte) .	+ 48 13 55,4	16 20 22,5 O	— 1 5 21,5	— 10,7
Washburn (U. S.) . . .	+ 43 4 36,6	89 24 28,5 W	+ 5 57 37,9	+ 58,8
Washington	+ 38 53 38,8	77 3 1,5 W	+ 5 8 12,1	+ 50,6
Windsor (N. S. W.) . . .	— 33 36 28,9	150 50 27,0 O	— 10 3 21,8	— 99,1
Zürich	+ 47 22 40,0	8 33 6,0 O	— 0 34 12,4	— 5,6

Tafeln XVIII—XXII. Hilfstafeln zur Berechnung von Zeitbestimmungen aus korrespondirenden Sonnenhöhen.*)

Die Tafeln XVIII und XIX dienen zur Berechnung der Mittagsverbesserung, XX und XXI zur Berechnung der Mitternachtsverbesserung, und Tafel XXII giebt den Wert $\operatorname{tg} \varphi$ für jeden Grad geographischer Breite.

Der Gebrauch der Tafeln ist der folgende: Mit den Argumenten Datum und Zwischenzeit entnimmt man den Tafeln XVIII und XIX, bzw. XX und XXI die Tafelwerte, ferner aus der Tafel XXII den Wert $\operatorname{tg} \varphi$.

Mit dieser letzteren Zal wird der aus Tafel XVIII, bzw. XX gefundene Wert multipliziert und dieses Produkt zu der aus Tafel XIX, bzw. XXI gefundenen Zal mit Berücksichtigung der Zeichen + und — hinzugegeben. Diese Summen sind die genauen Werte der Mittags- oder Mitternachtsverbesserung. (Beispiele auf Seite 174.)

*) Nach Dr. J. Palisa.

Juni	20.	—	0,27	—	0,27	—	0,28	—	0,28	—	0,29	—	0,29	—	0,30	—	0,32	—	0,33	—	0,35	—	0,37	—	0,40	—	0,43
»	25.	+	1,04	+	1,05	+	1,07	+	1,09	+	1,12	+	1,16	+	1,20	+	1,26	+	1,26	+	1,33	+	1,41	+	1,51	+	1,64
»	30.	—	2,35	—	2,35	—	2,41	—	2,46	—	2,52	—	2,60	—	2,71	—	2,84	—	2,84	—	2,99	—	3,18	—	3,41	—	3,68
Juli	5.	—	3,62	—	3,63	—	3,72	—	3,79	—	3,89	—	4,02	—	4,18	—	4,38	—	4,38	—	4,62	—	4,91	—	5,26	—	5,69
»	10.	+	4,86	+	4,88	+	4,99	+	5,09	+	5,23	+	5,40	+	5,62	+	5,88	+	5,88	+	6,20	+	6,59	+	7,06	+	7,64
»	15.	—	6,02	—	6,04	—	6,18	—	6,30	—	6,47	—	6,68	—	6,95	—	7,28	—	7,28	—	7,67	—	8,16	—	8,74	—	9,45
»	20.	+	7,19	+	7,21	+	7,38	+	7,53	+	7,74	+	7,99	+	8,31	+	8,70	+	8,70	+	9,17	+	9,75	+	10,45	+	11,30
»	25.	—	8,27	—	8,29	—	8,48	—	8,66	—	8,89	—	9,18	—	9,55	—	10,00	—	10,00	—	10,54	—	11,20	—	12,01	—	12,98
»	30.	+	9,26	+	9,29	+	9,51	+	9,70	+	9,96	+	10,29	+	10,70	+	11,20	+	11,20	+	11,81	+	12,56	+	13,46	+	14,55
August	4.	—	10,19	—	10,22	—	10,46	—	10,67	—	10,96	—	11,32	—	11,77	—	12,32	—	12,32	—	12,99	—	13,81	—	14,80	—	16,01
»	9.	+	11,04	+	11,07	+	11,33	+	11,56	+	11,87	+	12,27	+	12,76	+	13,35	+	13,35	+	14,08	+	14,97	+	16,04	+	17,35
»	14.	—	11,81	—	11,85	—	12,12	—	12,37	—	12,70	—	13,12	—	13,65	—	14,29	—	14,29	—	15,06	—	16,01	—	17,16	—	18,56
»	19.	+	12,50	+	12,53	+	12,83	+	13,09	+	13,44	+	13,88	+	14,44	+	15,11	+	15,11	+	15,94	+	16,94	+	18,15	+	19,63
»	24.	—	13,10	—	13,13	—	13,44	—	13,71	—	14,08	—	14,54	—	15,13	—	15,84	—	15,84	—	16,70	—	17,75	—	19,02	—	20,57
»	29.	+	13,61	+	13,64	+	13,96	+	14,25	+	14,63	+	15,11	+	15,72	+	16,45	+	16,45	+	17,35	+	18,44	+	19,76	+	21,37
September	3.	—	14,04	—	14,08	—	14,40	—	14,70	—	15,09	—	15,59	—	16,21	—	16,97	—	16,97	—	17,90	—	19,02	—	20,39	—	22,05
»	8.	+	14,39	+	14,43	+	14,76	+	15,07	+	15,47	+	15,98	+	16,62	+	17,40	+	17,40	+	18,34	+	19,50	+	20,90	+	22,60
»	13.	—	14,65	—	14,69	—	15,03	—	15,34	—	15,75	—	16,27	—	16,92	—	17,71	—	17,71	—	18,68	—	19,85	—	21,27	—	23,01
»	18.	+	14,82	+	14,86	+	15,21	+	15,52	+	15,93	+	16,46	+	17,12	+	17,92	+	17,92	+	18,89	+	20,08	+	21,52	+	23,27
»	23.	—	14,89	—	14,93	—	15,28	—	15,59	—	16,01	—	16,54	—	17,20	—	18,01	—	18,01	—	18,99	—	20,18	—	21,63	—	23,39
»	28.	+	14,88	+	14,92	+	15,27	+	15,58	+	15,99	+	16,52	+	17,18	+	17,99	+	17,99	+	18,97	+	20,16	+	21,61	+	23,37
Oktober	3.	—	14,78	—	14,82	—	15,16	—	15,47	—	15,89	—	16,41	—	17,07	—	17,87	—	17,87	—	18,84	—	20,03	—	21,46	—	23,21
»	8.	+	14,58	+	14,62	+	14,97	+	15,27	+	15,68	+	16,20	+	16,85	+	17,63	+	17,63	+	18,59	+	19,77	+	21,18	+	22,91
»	13.	—	14,29	—	14,33	—	14,67	—	14,97	—	15,37	—	15,87	—	16,51	—	17,28	—	17,28	—	18,22	—	19,37	—	20,76	—	22,45
»	18.	+	13,89	+	13,93	+	14,26	+	14,55	+	14,94	+	15,43	+	16,05	+	16,80	+	16,80	+	17,71	+	18,83	+	20,18	+	21,82
»	23.	—	13,39	—	13,43	—	13,74	—	14,02	—	14,39	—	14,87	—	15,46	—	16,19	—	16,19	—	17,07	—	18,14	—	19,44	—	21,03
»	28.	+	12,78	+	12,81	+	13,11	+	13,38	+	13,74	+	14,19	+	14,76	+	15,45	+	15,45	+	16,29	+	17,32	+	18,65	+	20,07
November	2.	—	12,07	—	12,10	—	12,39	—	12,64	—	12,98	—	13,41	—	13,94	—	14,60	—	14,60	—	15,39	—	16,36	—	17,53	—	18,96
»	7.	+	11,25	+	11,29	+	11,55	+	11,78	+	12,10	+	12,50	+	13,00	+	13,61	+	13,61	+	14,35	+	15,25	+	16,35	+	17,68
»	12.	—	10,33	—	10,36	—	10,60	—	10,82	—	11,07	—	11,47	—	11,93	—	12,49	—	12,49	—	13,17	—	14,00	—	15,00	—	16,23
»	17.	+	9,29	+	9,32	+	9,54	+	9,73	+	9,99	+	10,32	+	10,74	+	11,24	+	11,24	+	11,85	+	12,60	+	13,50	+	14,60
»	22.	—	8,16	—	8,18	—	8,37	—	8,54	—	8,77	—	9,06	—	9,42	—	9,86	—	9,86	—	10,40	—	11,05	—	11,84	—	12,81
»	27.	+	6,93	+	6,95	+	7,11	+	7,25	+	7,45	+	7,69	+	8,00	+	8,38	+	8,38	+	8,83	+	9,39	+	10,06	+	10,88
Dezember	2.	—	5,62	—	5,64	—	5,77	—	5,88	—	6,04	—	6,24	—	6,49	—	6,80	—	6,80	—	7,17	—	7,62	—	8,16	—	8,83
»	7.	+	4,24	+	4,25	+	4,35	+	4,44	+	4,56	+	4,71	+	4,90	+	5,13	+	5,13	+	5,40	+	5,74	+	6,16	+	6,66
»	12.	—	2,80	—	2,81	—	2,87	—	2,93	—	3,01	—	3,11	—	3,23	—	3,39	—	3,39	—	3,57	—	3,80	—	4,07	—	4,40
»	17.	+	1,32	+	1,32	+	1,35	+	1,38	+	1,42	+	1,47	+	1,52	+	1,60	+	1,60	+	1,68	+	1,79	+	1,92	+	2,07
»	22.	—	0,18	—	0,18	—	0,19	—	0,19	—	0,19	—	0,20	—	0,21	—	0,22	—	0,22	—	0,23	—	0,25	—	0,26	—	0,28
»	27.	+	1,68	+	1,68	+	1,72	+	1,76	+	1,80	+	1,86	+	1,94	+	2,03	+	2,03	+	2,40	+	2,27	+	2,44	+	2,64
»	32.	—	3,00	—	3,00	—	3,07	—	3,14	—	3,22	—	3,33	—	3,46	—	3,62	—	3,62	—	3,82	—	4,06	—	4,35	—	4,71

Tafel XIX. Zweites Glied der Mittagsverbesserung.

Datum	Zwischenzeit												
	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h
Januar	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s	s
1.	— 1,37	— 1,36	— 1,34	— 1,30	— 1,24	— 1,17	— 1,08	— 0,96	— 0,83	— 0,67	— 0,48	— 0,26	0,00
6.	1,93	1,92	1,89	1,83	1,75	1,65	1,52	1,36	1,17	0,94	0,68	0,37	0,00
11.	2,41	2,40	2,36	2,29	2,19	2,06	1,90	1,70	1,46	1,18	0,85	0,46	0,00
16.	2,81	2,79	2,74	2,66	2,55	2,39	2,21	1,97	1,70	1,37	0,98	0,53	0,00
21.	3,10	3,08	3,03	2,94	2,81	2,64	2,43	2,18	1,87	1,51	1,09	0,59	0,00
26.	3,28	3,26	3,20	3,11	2,97	2,79	2,57	2,30	1,98	1,60	1,15	0,62	0,00
31.	3,35	3,33	3,27	3,17	3,04	2,86	2,63	2,35	2,02	1,63	1,17	0,63	0,00
Februar													
5.	3,31	3,29	3,23	3,13	3,00	2,82	2,66	2,32	2,00	1,61	1,16	0,63	0,00
10.	3,17	3,15	3,09	3,00	2,87	2,70	2,49	2,23	1,92	1,55	1,11	0,60	0,00
15.	2,94	2,92	2,87	2,79	2,67	2,51	2,31	2,07	1,78	1,43	1,03	0,56	0,00
20.	2,63	2,61	2,57	2,49	2,39	2,24	2,07	1,85	1,59	1,28	0,92	0,50	0,00
25.	2,25	2,24	2,20	2,14	2,04	1,92	1,77	1,58	1,36	1,10	0,79	0,43	0,00
März													
2.	1,82	1,81	1,78	1,73	1,65	1,55	1,43	1,28	1,10	0,89	0,64	0,35	0,00
7.	1,35	1,34	1,32	1,28	1,22	1,15	1,06	0,95	0,82	0,66	0,47	0,26	0,00
12.	0,85	0,84	0,83	0,80	0,77	0,72	0,66	0,60	0,51	0,41	0,30	0,16	0,00
17.	— 0,33	— 0,33	— 0,32	— 0,31	— 0,30	— 0,28	— 0,26	— 0,23	— 0,20	— 0,16	— 0,12	— 0,06	0,00
22.	+ 0,19	+ 0,19	+ 0,18	+ 0,18	+ 0,17	+ 0,16	+ 0,15	+ 0,13	+ 0,11	+ 0,09	+ 0,07	+ 0,04	0,00
27.	0,70	0,70	0,69	0,66	0,63	0,60	0,55	0,49	0,42	0,34	0,25	0,13	0,00
April													
1.	1,19	1,19	1,17	1,13	1,08	1,01	0,93	0,84	0,72	0,58	0,42	0,23	0,00
6.	1,65	1,64	1,61	1,56	1,50	1,41	1,29	1,16	1,00	0,80	0,58	0,31	0,00
11.	2,07	2,05	2,02	1,96	1,87	1,76	1,62	1,45	1,25	1,01	0,72	0,39	0,00
16.	2,43	2,42	2,38	2,30	2,20	2,07	1,91	1,71	1,47	1,19	0,85	0,46	0,00
21.	2,73	2,72	2,67	2,59	2,48	2,33	2,15	1,92	1,65	1,33	0,96	0,52	0,00
26.	2,96	2,95	2,90	2,81	2,69	2,53	2,33	2,08	1,79	1,45	1,04	0,56	0,00
Mai													
1.	3,12	3,10	3,04	2,95	2,83	2,66	2,45	2,19	1,88	1,52	1,09	0,59	0,00
6.	3,18	3,16	3,11	3,02	2,89	2,71	2,50	2,24	1,92	1,55	1,12	0,60	0,00
11.	3,16	3,15	3,09	3,00	2,87	2,70	2,48	2,22	1,91	1,54	1,11	0,60	0,00
16.	3,05	3,03	2,98	2,89	2,77	2,60	2,40	2,14	1,84	1,49	1,07	0,58	0,00
21.	2,84	2,83	2,78	2,70	2,58	2,43	2,23	2,00	1,72	1,39	1,00	0,54	0,00
26.	2,55	2,54	2,49	2,42	2,32	2,18	2,00	1,79	1,54	1,24	0,89	0,48	0,00
31.	2,17	2,16	2,12	2,06	1,97	1,85	1,71	1,53	1,31	1,06	0,76	0,41	0,00
Juni													
5.	1,73	1,72	1,69	1,64	1,57	1,47	1,36	1,22	1,05	0,84	0,61	0,33	0,00
10.	1,23	1,22	1,20	1,16	1,11	1,05	0,96	0,86	0,74	0,60	0,43	0,23	0,00
15.	+ 0,67	+ 0,66	+ 0,65	+ 0,63	+ 0,61	+ 0,57	+ 0,52	+ 0,47	+ 0,40	+ 0,33	+ 0,24	+ 0,13	0,00

20.	0,12	+	0,12	+	0,11	+	0,11	+	0,10	+	0,09	+	0,08	+	0,07	+	0,06	+	0,04	+	0,02	+	0,00
25.	0,45	-	0,45	-	0,41	-	0,41	-	0,38	-	0,35	-	0,32	-	0,27	-	0,22	-	0,16	-	0,09	-	0,00
30.	1,01	-	1,00	-	0,95	-	0,91	-	0,86	-	0,79	-	0,71	-	0,61	-	0,49	-	0,35	-	0,19	-	0,00
5.	1,52	-	1,51	-	1,44	-	1,38	-	1,30	-	1,19	-	1,07	-	0,92	-	0,74	-	0,53	-	0,29	-	0,00
10.	1,99	-	1,98	-	1,88	-	1,80	-	1,69	-	1,56	-	1,40	-	1,20	-	0,97	-	0,70	-	0,38	-	0,00
15.	2,37	-	2,36	-	2,25	-	2,15	-	2,02	-	1,86	-	1,67	-	1,43	-	1,16	-	0,83	-	0,45	-	0,00
20.	2,71	-	2,70	-	2,57	-	2,46	-	2,31	-	2,13	-	1,91	-	1,64	-	1,32	-	0,95	-	0,51	-	0,00
25.	2,95	-	2,94	-	2,80	-	2,68	-	2,52	-	2,32	-	2,08	-	1,78	-	1,44	-	1,04	-	0,56	-	0,00
30.	3,10	-	3,08	-	2,94	-	2,81	-	2,64	-	2,43	-	2,18	-	1,87	-	1,51	-	1,09	-	0,59	-	0,00
4.	3,16	-	3,14	-	2,99	-	2,86	-	2,69	-	2,48	-	2,22	-	1,91	-	1,54	-	1,11	-	0,60	-	0,00
9.	3,13	-	3,11	-	2,97	-	2,84	-	2,67	-	2,46	-	2,20	-	1,89	-	1,53	-	1,10	-	0,59	-	0,00
14.	3,02	-	3,00	-	2,86	-	2,74	-	2,57	-	2,37	-	2,12	-	1,82	-	1,47	-	1,06	-	0,57	-	0,00
19.	2,82	-	2,81	-	2,68	-	2,56	-	2,41	-	2,22	-	1,99	-	1,71	-	1,38	-	0,99	-	0,54	-	0,00
24.	2,56	-	2,54	-	2,43	-	2,32	-	2,18	-	2,01	-	1,80	-	1,55	-	1,25	-	0,90	-	0,49	-	0,00
29.	2,23	-	2,22	-	2,11	-	2,02	-	1,90	-	1,75	-	1,57	-	1,35	-	1,09	-	0,78	-	0,42	-	0,00
September 3.	1,85	-	1,84	-	1,75	-	1,68	-	1,58	-	1,45	-	1,30	-	1,12	-	0,90	-	0,65	-	0,35	-	0,00
8.	1,42	-	1,41	-	1,35	-	1,29	-	1,21	-	1,12	-	1,00	-	0,86	-	0,69	-	0,50	-	0,27	-	0,00
13.	0,96	-	0,95	-	0,91	-	0,87	-	0,82	-	0,75	-	0,67	-	0,58	-	0,47	-	0,34	-	0,18	-	0,00
18.	0,47	-	0,46	-	0,44	-	0,42	-	0,40	-	0,37	-	0,33	-	0,28	-	0,23	-	0,16	-	0,09	-	0,00
23.	0,04	+	0,04	+	0,03	+	0,03	+	0,03	+	0,03	+	0,03	+	0,02	+	0,02	+	0,01	+	0,01	+	0,00
28.	0,53	-	0,53	-	0,50	-	0,48	-	0,45	-	0,42	-	0,37	-	0,33	-	0,26	-	0,19	-	0,10	-	0,00
3.	1,04	-	1,04	-	0,99	-	0,94	-	0,89	-	0,82	-	0,73	-	0,63	-	0,51	-	0,37	-	0,20	-	0,00
8.	1,52	-	1,51	-	1,44	-	1,38	-	1,30	-	1,19	-	1,07	-	0,92	-	0,74	-	0,53	-	0,29	-	0,00
13.	1,97	-	1,96	-	1,87	-	1,79	-	1,68	-	1,55	-	1,38	-	1,19	-	0,96	-	0,69	-	0,37	-	0,00
18.	2,37	-	2,36	-	2,25	-	2,15	-	2,02	-	1,86	-	1,67	-	1,43	-	1,16	-	0,83	-	0,45	-	0,00
23.	2,72	-	2,70	-	2,58	-	2,47	-	2,32	-	2,14	-	1,91	-	1,64	-	1,33	-	0,95	-	0,52	-	0,00
28.	3,00	-	2,98	-	2,84	-	2,72	-	2,55	-	2,35	-	2,11	-	1,81	-	1,46	-	1,05	-	0,57	-	0,00
November 2.	3,18	-	3,17	-	3,02	-	2,89	-	2,71	-	2,50	-	2,24	-	1,92	-	1,56	-	1,12	-	0,61	-	0,00
7.	3,30	-	3,28	-	3,13	-	2,99	-	2,82	-	2,59	-	2,32	-	2,00	-	1,61	-	1,16	-	0,63	-	0,00
12.	3,31	-	3,29	-	3,14	-	3,00	-	2,82	-	2,60	-	2,33	-	2,00	-	1,61	-	1,16	-	0,63	-	0,00
17.	3,21	-	3,19	-	3,04	-	2,91	-	2,74	-	2,52	-	2,26	-	1,94	-	1,57	-	1,13	-	0,61	-	0,00
22.	3,00	-	2,98	-	2,84	-	2,72	-	2,56	-	2,36	-	2,11	-	1,81	-	1,46	-	1,05	-	0,57	-	0,00
27.	2,68	-	2,67	-	2,54	-	2,43	-	2,29	-	2,11	-	1,89	-	1,62	-	1,31	-	0,94	-	0,51	-	0,00
Dezember 2.	2,27	-	2,26	-	2,15	-	2,06	-	1,94	-	1,78	-	1,60	-	1,37	-	1,11	-	0,80	-	0,43	-	0,00
7.	1,77	-	1,76	-	1,68	-	1,60	-	1,51	-	1,39	-	1,24	-	1,07	-	0,86	-	0,62	-	0,34	-	0,00
12.	1,19	-	1,19	-	1,13	-	1,08	-	1,02	-	0,94	-	0,84	-	0,72	-	0,58	-	0,42	-	0,23	-	0,00
17.	0,57	+	0,57	+	0,54	+	0,52	+	0,49	+	0,45	+	0,40	+	0,35	+	0,28	+	0,20	+	0,11	+	0,00
22.	0,08	-	0,08	-	0,07	-	0,07	-	0,07	-	0,06	-	0,06	-	0,05	-	0,04	-	0,03	-	0,01	-	0,00
27.	0,73	-	0,72	-	0,69	-	0,66	-	0,62	-	0,57	-	0,51	-	0,44	-	0,35	-	0,25	-	0,14	-	0,00
32.	1,27	-	1,27	-	1,21	-	1,15	-	1,09	-	1,00	-	0,89	-	0,77	-	0,62	-	0,45	-	0,24	-	0,00

Tafel XX. Erstes Glied der Mitternachtsverbesserung. (Die Werte dieser Tafel sind mit $tg \varphi$ (Tafel XXII) zu multiplizieren.)

Datum	Zwischenzeit												
	12h	13h	14h	15h	16h	16h 30m	17h	17h 30m	18h	18h 30m	19h	19h 30m	20h
Januar													
1.	+ 5,30	+ 5,80	+ 6,40	+ 7,17	+ 8,17	+ 8,77	+ 9,47	+ 10,28	+ 11,25	+ 12,40	+ 13,80	+ 15,51	+ 17,68
6.	7,55	8,26	9,12	10,21	11,63	12,49	13,48	14,64	16,02	17,65	19,65	22,08	25,17
11.	9,70	10,61	11,72	13,13	14,94	16,05	17,33	18,82	20,59	22,69	25,25	28,39	32,36
16.	11,75	12,85	14,19	15,89	18,09	19,43	20,98	22,79	24,93	27,47	30,57	34,37	39,18
21.	13,65	14,93	16,49	18,47	21,03	22,59	24,39	26,49	28,98	31,93	35,53	39,94	45,53
26.	15,41	16,85	18,61	20,84	23,73	25,49	27,52	29,89	32,70	36,03	40,10	45,07	51,38
31.	17,00	18,59	20,53	23,00	26,18	28,12	30,36	32,97	36,07	39,75	44,24	49,72	56,68
Februar													
5.	18,42	20,14	22,24	24,92	28,36	30,46	32,90	35,73	39,09	43,07	47,93	53,88	61,42
10.	19,67	21,51	23,75	26,61	30,29	32,54	35,13	38,16	41,75	46,00	51,19	57,54	65,59
15.	20,76	22,70	25,07	28,08	31,97	34,33	37,08	40,26	44,05	48,54	54,02	60,72	69,22
20.	21,66	23,69	26,16	29,31	33,37	35,84	38,70	42,03	45,98	50,66	56,38	63,38	72,24
25.	22,39	24,49	27,04	30,30	34,49	37,04	40,00	43,44	47,53	52,37	58,28	65,51	74,68
März													
2.	22,95	25,10	27,72	31,05	35,35	37,97	41,00	44,53	48,72	53,68	59,74	67,15	76,55
7.	23,35	25,54	28,20	31,60	35,97	38,63	41,72	45,31	49,57	54,61	60,78	68,32	77,88
12.	23,60	25,81	28,51	31,93	36,36	39,05	42,16	45,79	50,10	55,20	61,43	69,05	78,72
17.	23,70	25,92	28,63	32,07	36,51	39,21	42,34	45,98	50,31	55,43	61,69	69,35	79,05
22.	23,65	25,86	28,56	31,99	36,42	39,12	42,24	45,87	50,19	55,30	61,54	69,18	78,86
27.	23,43	25,62	28,29	31,70	36,09	38,76	41,85	45,45	49,73	54,79	60,98	68,54	78,13
April													
1.	23,06	25,22	27,85	31,20	35,52	38,15	41,20	44,74	48,95	55,93	60,02	67,47	76,91
6.	22,56	24,67	27,24	30,52	34,74	37,32	40,30	43,76	47,88	52,75	58,71	65,99	75,23
11.	21,92	23,98	26,48	29,66	33,77	36,27	39,16	42,53	46,53	51,27	57,06	64,14	73,11
16.	21,15	23,13	25,54	28,61	32,58	34,99	37,78	41,03	44,89	49,46	55,05	61,88	70,53
21.	20,23	22,12	24,43	27,37	31,16	33,46	36,13	39,24	42,93	47,31	52,65	59,18	67,46
26.	19,16	20,96	23,14	25,93	29,52	31,70	34,23	37,18	40,67	44,82	49,88	56,07	63,91
Mai													
1.	17,96	19,64	21,69	24,30	27,66	29,71	32,08	34,84	38,12	42,00	46,75	52,55	59,90
6.	16,64	18,19	20,09	22,51	25,62	27,52	29,72	32,27	35,31	38,91	43,30	48,67	55,48
11.	15,19	16,62	18,35	20,56	23,40	25,13	27,14	29,48	32,25	35,53	39,54	44,45	50,67
16.	13,63	14,91	16,46	18,44	20,99	22,55	24,35	26,44	28,93	31,87	35,47	39,87	45,45
21.	11,95	13,07	14,43	16,16	18,40	19,76	21,34	23,18	25,36	27,94	31,09	34,95	39,84
26.	10,16	11,11	12,27	13,74	15,64	16,80	18,14	19,71	21,56	23,75	26,44	29,72	33,87
31.	8,28	9,05	10,00	11,20	12,75	13,69	14,79	16,06	17,57	19,36	21,55	24,22	27,61
Juni													
5.	6,33	6,93	7,65	8,57	9,75	10,48	11,31	12,28	13,44	14,81	16,48	18,53	21,12
10.	4,33	4,74	5,23	5,86	6,67	7,17	7,74	8,40	9,19	10,13	11,27	12,67	14,45
15.	2,29	2,50	2,76	3,09	3,52	3,78	4,09	4,44	4,85	5,35	5,95	6,69	7,63

Juni	20.	+ 0,22	+ 0,24	+ 0,27	+ 0,30	+ 0,34	+ 0,37	+ 0,40	+ 0,43	+ 0,47	+ 0,52	+ 0,58	+ 0,65	+ 0,74
»	25.	- 1,84	- 2,02	- 2,23	- 2,50	- 2,84	- 3,05	- 3,29	- 3,58	- 3,91	- 4,31	- 4,80	- 5,40	- 6,15
»	30.	3,89	4,25	4,69	5,26	5,98	6,43	6,94	7,54	8,25	9,09	10,11	11,37	12,96
Juli	5.	5,88	6,43	7,10	7,96	9,06	9,73	10,51	11,41	12,49	13,76	15,31	17,21	19,62
»	10.	7,83	8,56	9,45	10,59	12,05	12,94	13,98	15,18	16,61	18,30	20,37	22,89	26,10
»	15.	9,69	10,60	11,70	13,11	14,93	16,03	17,31	18,80	20,57	22,66	25,22	28,35	32,32
»	20.	11,47	12,54	13,85	15,52	17,67	18,98	20,49	22,25	24,35	26,82	29,85	33,56	38,25
»	25.	13,14	14,37	15,87	17,78	20,24	21,74	23,47	25,49	27,89	30,73	34,20	38,45	43,83
»	30.	14,70	16,08	17,75	19,89	22,64	24,32	26,26	28,52	31,20	34,37	38,26	43,00	49,02
August	4.	16,14	17,65	19,49	21,84	24,86	26,70	28,83	31,31	34,26	37,74	42,01	47,22	53,83
»	9.	17,47	19,10	21,10	23,63	26,90	28,90	31,20	33,89	37,07	40,85	45,46	51,10	58,25
»	14.	18,66	20,41	22,54	25,25	28,75	30,88	33,34	36,21	39,61	43,65	48,58	54,60	62,24
»	19.	19,73	21,57	23,82	26,69	30,38	32,63	35,24	38,27	41,87	46,13	51,34	57,71	65,78
»	24.	20,65	22,58	24,94	27,94	31,81	34,16	36,89	40,06	43,83	48,29	53,74	60,41	68,87
»	29.	21,44	23,45	25,89	29,00	33,02	35,46	38,30	41,59	45,50	50,13	55,80	62,72	71,49
September	3.	22,10	24,17	26,69	29,90	34,04	36,56	39,48	42,88	46,91	51,69	57,53	64,66	73,71
»	8.	22,64	24,76	27,34	30,63	34,87	37,45	40,44	43,92	48,05	52,94	58,92	66,23	75,50
»	13.	23,03	25,19	27,82	31,16	35,48	38,10	41,15	44,69	48,89	53,87	59,95	67,39	76,82
»	18.	23,29	25,47	28,12	31,50	35,86	38,52	41,60	45,17	49,42	54,45	60,60	68,12	77,66
»	23.	23,39	25,58	28,25	31,64	36,02	38,69	41,78	45,37	49,64	54,70	60,87	68,43	78,00
»	28.	23,35	25,54	28,20	31,59	35,96	38,63	41,71	45,30	49,56	54,60	60,77	68,31	77,87
Oktober	3.	23,18	25,35	27,99	31,36	35,70	38,34	41,41	44,97	49,20	54,21	60,33	67,81	77,30
»	8.	22,86	25,00	27,61	30,93	35,21	37,82	40,84	44,35	48,52	53,46	59,50	66,88	76,24
»	13.	22,39	24,48	27,04	30,29	34,48	37,04	39,99	43,43	47,52	52,35	58,27	65,50	74,66
»	18.	21,74	23,78	26,26	29,42	33,49	35,97	38,84	42,18	46,15	50,85	56,59	63,62	72,52
»	23.	20,93	22,89	25,28	28,32	32,24	34,63	37,39	40,61	44,43	48,95	54,48	61,24	69,81
»	28.	19,96	21,83	24,11	27,01	30,75	33,02	35,66	38,73	42,37	46,68	51,95	58,40	66,57
November	2.	18,83	20,60	22,75	25,48	29,01	31,16	33,64	36,54	39,97	44,04	49,02	55,10	62,81
»	7.	17,53	19,18	21,18	23,72	27,01	29,01	31,32	34,02	37,22	41,01	45,64	51,30	58,48
»	12.	16,07	17,57	19,40	21,74	24,75	26,58	28,70	31,17	34,10	37,57	41,82	47,00	53,58
»	17.	14,42	15,77	17,42	19,51	22,21	23,86	25,76	27,98	30,61	33,73	37,54	42,19	48,10
»	22.	12,62	13,80	15,24	17,07	19,44	20,88	22,54	24,48	26,79	29,51	32,85	36,92	42,09
»	27.	10,68	11,68	12,90	14,45	16,45	17,66	19,08	20,72	22,67	24,97	27,79	31,24	35,61
Dezember	2.	8,61	9,42	10,40	11,65	13,27	14,25	15,39	16,71	18,28	20,14	22,42	25,20	28,72
»	7.	6,43	7,04	7,77	8,70	9,91	10,64	11,49	12,48	13,66	15,05	16,75	18,82	21,46
»	12.	4,17	4,56	5,03	5,64	6,42	6,90	7,45	8,09	8,85	9,75	10,85	12,19	13,90
»	17.	1,84	2,01	2,22	2,49	2,83	3,04	3,28	3,56	3,90	4,20	4,68	5,38	6,13
»	22.	0,52	0,47	0,53	0,60	0,70	0,76	0,83	0,91	1,00	1,16	1,25	1,42	1,63
»	27.	2,87	3,14	3,46	3,88	4,42	4,75	5,12	5,57	6,09	6,71	7,47	8,39	9,57
»	32.	5,18	5,67	6,26	7,01	7,99	8,58	9,26	10,06	11,00	12,12	13,49	15,17	17,29

	0,00	0,01	0,03	0,05	0,08	0,09	0,11	0,12	0,15	0,17	0,20	0,24	0,28
Juni 20.	0,00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» 25.	0,00	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
» 30.	0,00	0,24	0,52	0,86	1,28	1,53	1,80	2,12	2,49	2,92	3,43	4,04	4,79
Juli 5.	0,00	0,35	0,77	1,28	1,90	2,27	2,68	3,15	3,70	4,34	5,09	6,00	7,12
» 10.	0,00	0,46	1,00	1,65	2,46	2,93	3,47	4,07	4,78	5,61	6,59	7,76	9,21
» 15.	0,00	0,54	1,19	1,97	2,93	3,50	4,14	4,86	5,71	6,69	7,85	9,26	10,99
» 20.	0,00	0,61	1,35	2,23	3,31	3,95	4,68	5,50	6,45	7,56	8,88	10,47	12,42
» 25.	0,00	0,67	1,46	2,42	3,59	4,29	5,07	5,96	7,00	8,20	9,63	11,34	13,46
» 30.	0,00	0,70	1,53	2,53	3,76	4,49	5,31	6,24	7,32	8,58	10,08	11,88	14,10
August 4.	0,00	0,71	1,55	2,57	3,82	4,56	5,39	6,34	7,44	8,72	10,24	12,07	14,33
» 9.	0,00	0,70	1,54	2,54	3,78	4,51	5,33	6,27	7,36	8,62	10,12	11,93	14,16
» 14.	0,00	0,67	1,48	2,44	3,63	4,33	5,13	6,03	7,07	8,29	9,73	11,47	13,61
» 19.	0,00	0,63	1,38	2,28	3,39	4,04	4,78	5,62	6,60	7,73	9,08	10,70	12,70
» 24.	0,00	0,57	1,24	2,06	3,06	3,65	4,32	5,08	5,96	6,98	8,20	9,66	11,47
» 29.	0,00	0,49	1,08	1,79	2,66	3,17	3,75	4,40	5,17	6,06	7,11	8,38	9,95
September 3.	0,00	0,41	0,89	1,47	2,19	2,61	3,08	3,63	4,26	4,99	5,86	6,90	8,19
» 8.	0,00	0,31	0,68	1,12	1,66	1,99	2,35	2,76	3,24	3,80	4,46	5,25	6,23
» 13.	0,00	0,20	0,45	0,74	1,10	1,31	1,55	1,82	2,14	2,51	2,94	3,47	4,12
» 18.	0,00	0,09	0,21	0,34	0,50	0,60	0,71	0,84	0,98	1,15	1,35	1,59	1,89
» 23.	0,00	0,02	0,04	0,07	0,11	0,13	0,15	0,17	0,21	0,24	0,28	0,33	0,39
» 28.	0,00	0,13	0,29	0,48	0,72	0,86	1,02	1,19	1,40	1,64	1,93	2,27	2,70
Oktober 3.	0,00	0,24	0,54	0,89	1,32	1,57	1,86	2,19	2,57	3,01	3,54	4,17	4,95
» 8.	0,00	0,35	0,77	1,28	1,90	2,26	2,68	3,15	3,70	4,33	5,08	5,99	7,11
» 13.	0,00	0,45	0,99	1,64	2,44	2,91	3,44	4,04	4,74	5,56	6,52	7,69	9,13
» 18.	0,00	0,54	1,19	1,96	2,92	3,48	4,12	4,84	5,68	6,65	7,81	9,21	10,93
» 23.	0,00	0,62	1,35	2,24	3,33	3,97	4,70	5,52	6,48	7,59	8,91	10,51	12,47
» 28.	0,00	0,68	1,49	2,46	3,65	4,36	5,16	6,06	7,11	8,34	9,79	11,53	13,69
November 2.	0,00	0,72	1,58	2,61	3,88	4,63	5,48	6,44	7,56	8,86	10,40	12,26	14,55
» 7.	0,00	0,74	1,63	2,69	4,00	4,77	5,65	6,64	7,79	9,13	10,72	12,63	15,00
» 12.	0,00	0,74	1,63	2,69	4,00	4,77	5,64	6,63	7,79	9,13	10,71	12,63	14,99
» 17.	0,00	0,72	1,57	2,60	3,86	4,61	5,45	6,41	7,52	8,81	10,35	12,20	14,48
» 22.	0,00	0,67	1,46	2,42	3,60	4,29	5,08	5,97	7,00	8,21	9,64	11,36	13,48
» 27.	0,00	0,59	1,30	2,16	3,20	3,82	4,52	5,31	6,24	7,31	8,58	10,11	12,01
Dezember 2.	0,00	0,50	1,09	1,81	2,69	3,21	3,80	4,47	5,24	6,14	7,21	8,50	10,09
» 7.	0,00	0,38	0,84	1,39	2,07	2,47	2,93	3,44	4,04	4,73	5,55	6,55	7,77
» 12.	0,00	0,25	0,56	0,92	1,37	1,64	1,94	2,27	2,67	3,13	3,67	4,33	5,14
» 17.	0,00	0,11	0,25	0,41	0,61	0,73	0,87	1,02	1,19	1,40	1,64	1,94	2,30
» 22.	0,00	0,03	0,07	0,12	0,17	0,21	0,24	0,29	0,34	0,39	0,46	0,55	0,65
» 27.	0,00	0,18	0,39	0,64	0,95	1,14	1,34	1,58	1,85	2,17	2,55	3,00	3,57
» 32.	0,00	0,31	0,69	1,14	1,69	2,02	2,39	2,81	3,30	3,86	4,53	5,34	6,34

Beispiel 1. In Madrid, dessen geographische Breite $40^{\circ} 24'$ ist, wurde am 11. April eine Mittagsbeobachtung gemacht. Die Zwischenzeit war 6^h . Man findet aus Tafel XVIII — $16^s 34$, aus Tafel XIX + $1^s 62$ und aus Tafel XXII 0,851.

$$\begin{array}{r} \text{Es ist } - 16^s 34 \times 0,851 = - 13^s 91 \\ \text{Hierzu wird addirt } + 1^s 62 \\ \hline \end{array}$$

und man erhält als Mittagsverbesserung — $12^s 3$

Beispiel 2. In Berlin, dessen geographische Breite $52^{\circ} 30'$ ist, wurde eine Mitternachtsbeobachtung für die Mitternacht vom 1. auf den 2. Mai gemacht. Die Zwischenzeit betrug $17^h 30^m$. Man erhält aus Tafel XX + $34^s 84$, aus Tafel XXI — $6^s 28$ und aus Tafel XXII 1,303.

$$\begin{array}{r} \text{Es ist } + 34^s 84 \times 1,303 = + 45^s 40 \\ \text{Hierzu kommt addirt } - 6^s 28 \\ \hline \end{array}$$

somit ist die Mitternachtsverbesserung + $39^s 1$

Für südliche Breiten ist der Faktor $\operatorname{tg} \varphi$, welchen Tafel XXII liefert, negativ zu nehmen.

Für einen Beobachter, welcher stets an demselben Orte beobachtet, empfiehlt es sich dringend, die Tafel XVIII ein für allemal mit dem für seinen Beobachtungsort geltenden Werte der Tafel XXII zu multiplizieren und die Werte aus XIX hinzuzufügen und desgleichen mit Tafel XX und XXI zu verfahren. Es wird dann die Rechnung sich wesentlich einfacher gestalten.

Bei der geschilderten Art der Zusammenlegung der Tafeln XVIII und XIX, sowie XX und XXI in je eine einzige empfiehlt es sich sehr, sich nur mit einer Dezimalstelle zu begnügen. Die vorliegenden ersten vier Tafeln sind nur deshalb auf zwei Dezimalstellen berechnet worden, damit beim Zusammenlegen der Tafeln die erste Dezimalstelle noch richtig bleibt.

Die vorliegenden Tafeln sind strenge nur für das Jahr 1890 und den Meridian von Berlin gültig. In anderen Jahren wird die gefundene Korrektion um ein Geringes fehlerhaft, aber nur in den seltensten Fällen kann der Fehler $0^s 5$ erreichen. Will man auch hier genau sein, so hat man mit einem geänderten Datum in die Tafeln einzugehen, und zwar ist das Datum im Jahre 1891 um $\frac{1}{4}$ Tag zu verkleinern, im Jahre 1892 bis 29. Februar inklusive um $\frac{1}{2}$ Tag zu verkleinern, vom 1. März an um $\frac{1}{2}$ Tag zu vergrößern, im Jahre 1893 um $\frac{1}{4}$ Tag zu vergrößern, und für das Jahr 1894 sind dieselben Werte zu verwenden. Das Jahr 1895 ist wie 1891 zu behandeln u. s. w.

Desgleichen wäre auf den Längenunterschied Rücksicht zu nehmen; jedoch nur in dem Falle, wenn der Beobachtungsort ausserhalb Europas liegt. In einem solchen Falle darf dann nicht vergessen werden, die Kolumne »Mittlere Zeit im wahren Mittag« entsprechend der Länge zu korrigieren, welcher Umstand, wenn vernachlässigt, einen viel grösseren Fehler als die Tafeln verursachen würde.

Tafel XXII.

Geographische Breite	$tg \varphi$	Geographische Breite	$tg \varphi$
0°	0,000	36°	0,727
1	0,017	37	0,754
2	0,035	38	0,781
3	0,052	39	0,810
4	0,070	40	0,839
5	0,087	41	0,869
6	0,105	42	0,900
7	0,123	43	0,933
8	0,141	44	0,966
9	0,158	45	1,000
10	0,176	46	1,036
11	0,194	47	1,072
12	0,213	48	1,111
13	0,231	49	1,150
14	0,249	50	1,192
15	0,268	51	1,235
16	0,287	52	1,280
17	0,306	53	1,327
18	0,325	54	1,376
19	0,344	55	1,428
20	0,364	56	1,483
21	0,384	57	1,540
22	0,404	58	1,600
23	0,424	59	1,664
24	0,445	60	1,732
25	0,466	61	1,804
26	0,488	62	1,881
27	0,510	63	1,963
28	0,532	64	2,050
29	0,554	65	2,145
30	0,577	66	2,246
31	0,601	67	2,356
32	0,625	68	2,475
33	0,649	69	2,605
34	0,675	70	2,747
35	0,700		

Die Werte sind negativ, wenn der Ort südliche Breite hat.

Tafel XXIII. Konventionelle Zeichen und Abkürzungen.

$\odot$ = Sonne	$^{\circ}$ = Grad	$\Uparrow$ = Frühlings - Nachtgleiche (Widderpunkt)
$\circlearrowleft$ = Mond	$'$ = Bogenminute	α = Rektascension
$\text{\textcircled{+}}$ = Merkur	$''$ = Bogensekunde	AR = »
$\text{\textcircled{+}}$ = Venus	h = Stunde	δ = Deklination
$\text{\textcircled{+}}$ ($\oplus$) = Erde	m = Minute	D = »
$\text{\textcircled{+}}$ = Mars	s = Sekunde	φ = Polhöhe = Geogr. Breite
♃ = Jupiter	E (O) = Ost	λ (ω) = Länge im Mittelpunkt d. Scheibe, also = Central-Meridian
♄ = Saturn	W = West	
$\text{\textcircled{+}}$ ($\text{\textcircled{+}}$) = Uranus	S = Süd	
♅ = Neptun	N = Nord	
$\text{\textcircled{+}}$ = aufsteigender	} Knoten	
$\text{\textcircled{+}}$ = absteigender		
$\text{\textcircled{+}}$ = Konjunktion (gleiche Länge in Rektascension)		
$\square$ = Quadratur (90° Differenz der Länge in Rektascension)		
$\text{\textcircled{+}}$ = Opposition (180° » » » » »)		
β = Breite im Mittelpunkte der Planetenscheibe		
a = grosse Halbaxe	} für Planeten- u. Kometen-Bahnen.	
e = numerische Excentricität		
i = Neigung der Bahn gegen die Ekliptik		
μ = mittlere tägliche Bewegung		
M = » Länge der Epoche		
q = Periheldistanz		
π = Länge des Perihels		
T = Zeit des Periheldurchganges	} in der Algebra. (Die trigonometrischen Zeichen sind auf Seite 124 erklärt.)	
Φ (φ) = Excentricitätswinkel ($e = \sin \Phi$)		
$\text{\textcircled{+}}$ = Länge des aufsteigenden Knotens		
log = Logarithmus		
num. log. = numerus logarithmi		
π = Ludolphsche Zahl (3,14159)	} in der Algebra. (Die trigonometrischen Zeichen sind auf Seite 124 erklärt.)	
$<$ = kleiner als		
$>$ = grösser als		
∞ = unendlich		
$\approx$ = annähernd gleich		
+ = »mehr« in der Algebra, während man bei Koordinaten die nördlichen Breiten und Deklinationen, sowie die östlichen Längen so kennzeichnet.		
— = »weniger« in der Algebra, während man bei Koordinaten die südlichen Breiten und Deklinationen, sowie die westlichen Längen so kennzeichnet.		
G. C. = General-Catalog der Nebelflecke		
N. G. C. = Neuer General-Catalog der Nebelflecke		
B. D. = Bonner Durchmusterung		
H = Herschel senior		
h = Herschel junior		
Am. Eph. = American Ephemeris		
N. A. = Nautical Almanac		
A. N. = Astronomische Nachrichten		
R. A. S. = Royal Astronomical Society (London)		
B. A. A. = British Astronomical Association. (London)		
M. N. = Monthly Notices of the R. A. S.		

m == Meter	} bei Maassen	kg == Kilogramm	} bei Gewichten und Maassen
cm == Centimeter		q == Metercentner(100kg)	
km == Kilometer		l == Liter	
m ² == Quadratmeter		hl == Hektoliter	
m ³ == Kubikmeter		" == Zoll	
km ² == Quadratkilometer		''' == Linien	
km ³ == Kubikkilometer		m == magnitudo == Sterngrösse.	

In Kometen-Ephemeriden bedeuten:

- r == Entfernung des Kometen von der Sonne.
- △ == Entfernung des Kometen von der Erde.
- Red. ad. l. app. == Reduktion auf den scheinbaren Ort.
- Ab. Z. == Zeit, welche das Kometenlicht braucht, um zur Erde zu gelangen.
- H == Helligkeit, gegen jener am Tage der Entdeckung.
- log p △ == Logarithmus der Korrektion für Parallaxe, wobei △ noch offen gelassen erscheint.
- △ α und △ δ müssen mit dem Mikrometer gemessen und wegen Refraktion korrigirt werden.

Tafel XXIV.

Lage der Lichtgrenze auf dem Monde am 1. März, im mittleren Greenwicher Mittag für die Jahre 1780—1899. *)

Jahr	o /	Jahr	o /	Jahr	o /	Jahr	o /
1780	145 40	1810	143 48	1840	117 33	1870	103 29
1781	26 2	1811	14 10	1841	347 55	1871	333 52
1782	246 24	1812	232 13	1842	118 17	1872	192 3
1783	116 46	1813	102 34	1843	88 40	1873	60 26
1784	334 59	1814	332 58	1844	306 52	1874	292 48
1785	205 20	1815	203 20	1845	177 15	1875	163 11
1786	75 42	1816	61 41	1846	47 36	1876	21 23
1787	305 4	1817	292 3	1847	277 58	1877	251 45
1788	164 16	1818	162 26	1848	136 11	1878	122 8
1789	34 39	1819	32 48	1849	6 33	1879	352 30
1790	265 1	1820	250 49	1850	236 55	1880	210 43
1791	135 23	1821	121 11	1851	107 17	1881	81 4
1792	353 36	1822	351 33	1852	325 29	1882	311 26
1793	223 58	1823	221 55	1853	195 52	1883	181 48
1794	94 21	1824	80 17	1854	66 14	1884	40 1
1795	324 45	1825	310 40	1855	296 37	1885	270 23
1796	182 55	1826	181 2	1856	154 48	1886	140 45
1797	53 17	1827	51 25	1857	25 11	1887	11 7
1798	283 40	1828	269 26	1858	255 33	1888	229 20
1799	154 2	1829	139 49	1859	125 54	1889	99 42
1800	24 25	1830	10 11	1860	344 7	1890	330 5
1801	254 46	1831	240 33	1861	214 30	1891	200 26
1802	125 9	1832	98 55	1862	84 52	1892	58 39
1803	355 31	1833	329 17	1863	315 15	1893	289 1
1804	213 35	1834	199 39	1864	173 26	1894	154 24
1805	83 57	1835	70 1	1865	43 49	1895	29 46
1806	314 19	1836	288 13	1866	274 11	1896	247 57
1807	184 41	1837	158 36	1867	144 33	1897	118 19
1808	43 3	1838	28 58	1868	2 45	1898	347 40
1809	273 25	1839	259 21	1869	233 7	1899	119 2

*) Anleitung zum Gebrauche dieser Tafel siehe am Schlusse der Tafel XXV.

Tafel XXV.

Lichtgrenze des Mondes für jeden Tag um mittlere Greenwicher Mitternacht.

Tag	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sep- tember	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar
1	0 5	23 44	29 42	48 18	54 57	73 50	92 28	98 28	116 9	121 10	138 5	155 0
2	6 5	35 55	41 55	60 32	67 10	86 3	104 40	110 39	128 18	133 20	150 15	167 10
3	18 16	48 7	54 7	72 45	79 23	98 16	116 53	122 51	140 29	145 30	162 25	179 20
4	30 26	60 19	66 19	84 58	91 38	110 29	129 5	135 2	152 39	157 39	174 34	191 29
5	42 37	72 30	78 32	97 12	103 51	122 42	141 17	147 14	164 50	169 49	186 43	203 40
6	54 47	84 42	90 44	109 24	116 5	134 55	153 30	159 25	177 0	181 58	198 52	215 49
7	66 58	96 53	102 57	121 38	128 18	147 8	165 42	171 36	189 10	194 8	211 2	227 59
8	79 9	109 5	115 10	133 50	140 30	159 21	177 55	183 48	201 21	206 18	223 12	240 8
9	91 19	121 16	127 22	146 4	152 45	171 34	190 6	195 59	213 31	218 27	235 21	252 19
10	103 30	133 28	139 35	158 18	164 58	183 48	202 19	208 10	225 42	230 37	247 31	264 29
11	115 40	145 39	151 47	170 31	177 12	196 0	214 31	220 21	237 51	242 46	259 39	276 38
12	127 51	157 51	163 59	182 44	189 24	208 13	226 43	232 33	250 2	254 56	271 49	288 49
13	140 3	170 4	176 13	194 58	201 38	220 26	238 55	244 43	262 11	267 6	283 58	300 58
14	152 13	182 15	188 26	207 11	213 52	232 39	251 7	256 55	274 22	279 15	296 8	313 9
15	164 24	194 27	200 38	219 24	226 4	244 51	263 20	269 7	286 33	291 25	308 17	325 19
16	176 34	206 39	212 51	231 38	238 18	257 4	275 31	281 17	298 42	303 34	320 27	337 29
17	188 46	218 50	225 4	243 51	250 31	269 17	287 44	293 28	310 53	315 44	332 37	349 38
18	200 57	231 4	237 17	256 5	262 45	281 29	299 55	305 39	323 12	327 53	344 46	366 56
19	213 7	243 15	249 30	268 17	274 57	293 44	312 7	317 50	335 12	340 2	356 56	384 49
20	225 18	255 28	261 42	280 30	287 11	305 56	324 19	330 1	347 22	352 11	369 53	396 12
21	237 29	267 39	273 56	292 44	299 24	318 9	336 31	342 12	359 32	364 11	382 3	408 21
22	249 40	279 52	286 8	304 59	311 37	330 21	348 43	354 22	377 41	381 21	399 12	424 30
23	261 51	292 4	298 21	317 10	320 51	342 34	367 18	373 6	391 11	395 40	417 43	443 41
24	274 3	304 16	310 34	329 24	336 4	354 46	380 7	386 55	404 11	408 50	430 53	456 51
25	286 13	316 28	322 47	341 38	348 17	368 59	393 53	399 6	421 22	425 18	448 12	474 23
26	298 25	328 41	335 1	353 51	360 30	381 12	407 41	413 16	439 31	443 27	466 22	492 33
27	310 36	340 53	347 13	366 5	374 44	393 37	419 18	425 6	451 41	455 18	478 12	504 43
28	322 47	353 6	359 26	380 18	387 10	407 49	433 53	439 16	465 41	469 27	492 22	518 56
29	334 58	366 17	373 39	393 30	399 23	420 55	447 4	453 37	477 50	481 36	504 41	530 51
30	347 10	379 30	386 52	406 44	412 36	433 2	459 16	465 48	491 0	495 46	518 51	544 51
31	359 21	391 30	398 6	418 44	424 36	445 15	471 16	477 59	503 0	507 56	530 51	556 51

Gebrauchsanweisung.

Um auf Grund der Tafeln XXIV und XXV die Lichtgrenze des Mondes für irgend einen Tag der Jahre 1780—1900 finden zu können, verfährt man folgendermassen:

Man nehme aus Tafel XXIV den Winkel neben dem betreffenden Jahre, wobei man annehme, dass dasselbe mit 1. März begann, derart, dass z. B. Januar und Februar 1847 als die beiden letzten Monate des Jahres 1846 betrachtet werden. Von der angegebenen Zal ziehe man den in Tafel XXV für den betreffenden Jahrestag verzeichneten Winkel ab, wobei man, falls es nötig ist, 360 Grad dazuzählt, um negative Werte zu vermeiden. Die erhaltene Zal wird nun unter einen der folgenden vier Fälle fallen:

1. Zwischen 0 Grad und 90 Grad. Der Betrag, um welchen die erhaltene Zal 0 Grad überschreitet, ist die westliche Länge der Morgen-Lichtgrenze.

2. Zwischen 360 Grad und 270 Grad. Der Betrag, um welchen die erhaltene Zal geringer als 360 Grad ist, ist die östliche Länge der Morgen-Lichtgrenze.

3. Zwischen 270 Grad und 180 Grad. Der Betrag, um welchen die erhaltene Zal 180 Grad überschreitet, ist die westliche Länge der Abend-Lichtgrenze.

4. Zwischen 180 Grad und 90 Grad. Der Betrag, um welchen die erhaltene Zal geringer ist als 180 Grad, ist die östliche Länge der Abend-Lichtgrenze.

Beispiel I. Wie lag die Lichtgrenze am 6. August 1875 um Mitternacht?

In Tafel XXIV finden wir für 1875 verzeichnet den Winkel $163^{\circ} 11'$

» » XXV » » » 6. August » » » $134^{\circ} 55'$

letztere Zal abgezogen = $28^{\circ} 16'$

welche Zal unter Fall 1 fällt. Also war die Morgen-Lichtgrenze $28^{\circ} 16'$ westliche Länge.

Beispiel II. Wie lag die Lichtgrenze am 23. Januar 1872 um Mitternacht?

In Tafel XXIV finden wir für 1871 (nachdem Januar 1872 laut obiger Erklärung unter das Jahr 1871 fällt) $333^{\circ} 52'$

In Tafel XXV ist für 23. Januar der Winkel $45^{\circ} 34'$

also = $288^{\circ} 18'$

welche Zal unter Fall 2 fällt. Mithin haben wir

$360^{\circ} - 288^{\circ} 18' = 71^{\circ} 42'$, welches die östliche Länge der Morgen-Lichtgrenze war.

Beispiel III. Wie war die Lichtgrenze am 30. April 1842 um Mitternacht?

In Tafel XXIV finden wir für 1842 den Winkel $118^{\circ} 17'$

» » XXV ist für den 30. April der Winkel $17^{\circ} 30'$

= $100^{\circ} 47'$

was unter Fall 4 fällt. Nachdem $180^{\circ} - 100^{\circ} 47' = 79^{\circ} 13'$ ist, so stellt letztere Zahl die östliche Länge der Abend-Lichtgrenze dar; (mit anderen Worten, es ist einen Tag vor Neumond).

Will man die Lichtgrenze für eine andere Stunde als Mitternacht finden, so braucht man nur den aus Tafel XXV resultirenden Winkel entsprechend zu ändern. Z. B. für 30. April 9^h müsste der für 30. April Mitternacht angegebene Wert von $17^{\circ} 30'$ um $\frac{3}{4} = \frac{1}{8}$ der Differenz zwischen den Werten für 29. und 30. April vermindert werden; also:

$$17^{\circ} 30' - 5^{\circ} 17' = 12^{\circ} 13' : 8 = 1^{\circ} 32'.$$

Mithin wird die Lichtgrenze um 9^h Abend nicht bei $17^{\circ} 30'$, sondern bei $15^{\circ} 58'$ gewesen sein.

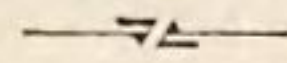
Im allgemeinen kann man übrigens rechnen (wenn es nicht auf absolute Genauigkeit ankommt), dass die Lichtgrenze um $30\frac{1}{2}$ Minuten pro Stunde nach Osten vorrückt. Folglich braucht man nur den Betrag von $30'5$ mit der Anzahl der Stunden zu multiplizieren, welche auf Mitternacht fehlen und den Quotienten zu der betreffenden Mitternachtsgrenze zu addiren, wenn es nach Mitternacht ist, oder von ihr abzuziehen, wenn es vor Mitternacht ist.

Nachträge. Die auf Seite 45 erwähnte und oft citirte »American Ephemeris« ist für Europa der Buchhandlung R. Friedländer & Sohn in Berlin zum Vertriebe übergeben.

Amateure, welche Doppelsterne messen wollen, sollten sich die Doppelstern-Cataloge von Friedrich Wilhelm Struve und von Otto Struve anschaffen. Die Sterne des Ersteren werden nach ihrer Nummer mit vorgesetztem Σ (z. B. Σ 1968) bezeichnet, jene des Letzteren durch $O\Sigma$ (z. B. $O\Sigma$ 413). Ein β (z. B. β 205) bezeichnet die Doppelsterne der 18 oder 20 Cataloge Burnham's, welche jedoch meist nur in sehr starken Refraktoren trennbar sind. Ausgezeichnete Doppelstern-Messungen wurden auch von Dembowski, Schiaparelli, Hall, Glasenapp, Mädler, Winlock, Pickering, See, Comstock, Secchi u. a. veröffentlicht.



Inhaltsverzeichnis.



	Seite
Vorwort	VII

Erster Teil.

Die Privatsternwarte und ihre Ausrüstung.

1. Die Sternwarte	1
2. Wal des Fernrohres	6
3. Der Refraktor	17
a) Das Objektiv	19
b) Das Okular	21
c) Der Sucher	24
d) Klemmung, Feinbewegung und Uhrwerk	25
e) Die Kreise	26
4. Der Beobachtungsstul	27
5. Die Beobachtungslampe	28
6. Die Spektroskope	29
7. Helioskope	32
8. Das Dynameter	33
9. Die Mikrometer	34
10. Zeitbestimmungs - Instrumente	37
11. Die Bibliothek	43
12. Sonstige Einrichtungsstücke einer Privatsternwarte	46

Zweiter Teil.

Anleitungen zum Beobachten.

1. Aufstellung des Fernrohres	50
a) Korrektion der Aufstellung	51
b) Prüfung des Fernrohres	57
2. Beobachtung der Sonne	61
3. » des Mondes	66

	Seite
4. Beobachtung der Planeten	69
a) Beobachtung des Jupiter	69
b) » » Saturn	78
c) » » Mars	82
d) » der übrigen Planeten	85
5. Beobachtung der veränderlichen Sterne	88
6. » » Meteore und Sternschnuppen	94
7. » von Kometen und Nebelflecken	98
8. Messungen mit dem Mikrometer	99
a) mit dem Ringmikrometer	99
b) » » Fadenmikrometer	100
9. Beobachtungen mit dem Passagen-Instrument	105
a) Beschreibung und Aufstellungskorrektion	105
b) Beobachtung von Stern- und Sonnendurchgängen	114
Nachschrift zu Seite 39	115

Dritter Teil.

Anleitung zu den wichtigsten Berechnungen.

1. Allgemeines.

1. Umfang, Durchmesser, Oberflächeninhalt und Rauminhalt einer Kugel zu berechnen	116
2. Die Oberfläche eines Kreises zu berechnen	117
3. » » einer Ellipse » »	117
4. » Länge des Sekundenpendels zu berechnen	117
5. » Lichtstärke zu berechnen	117
6. Den Gesichtskreis in verschiedenen Höhen über der Meeresfläche unserer Erde zu berechnen	117
7. Die Zeitgleichung	118
8. » mittlere Zeit	118
9. » wahre »	118
10. Ein mittlerer Tag	118
11. » Sterntag	118
12. Die Sternzeit für mittlere Ortszeit zu finden	118
13. » mittlere Ortszeit für Sternzeit » »	119
14. Wahre Sonnenzeit in mittlere Zeit zu verwandeln	119
15. Mittlere Zeit in wahre Sonnenzeit zu verwandeln	119

2. Sterne betreffend.

Seite

16. Die Höhe eines Gestirnes über dem Horizonte zu berechnen	120
17. Den Stundenwinkel zu berechnen	121
18. Die Rektascension aus dem Stundenwinkel und der Sternzeit zu finden .	121
19. Die Sternzeit aus der Rektascension und dem Stundenwinkel zu finden .	120
20. Die Zeit des Aufganges oder Unterganges eines Sternes zu berechnen . .	120
21. Sternbedeckungen zu berechnen	125
22. Die Durchgangsdauer eines Sternes durch den Faden zu berechnen . . .	126
23. Das Gesichtsfeld eines Okulars und den Wert einer Schraubenumdrehung zu berechnen	126
24. Den Wert einer Umdrehung der Mikrometerschraube aus Sternabständen zu berechnen	127
25. Den Wert einer Mikrometerschraubenumdrehung auf eine andere Brenn- weite umzurechnen	127

3. Mond betreffend.

26. Die Libration zu berechnen	128
27. Parallaxen - Rechnung in Rektascension und Deklination für den Mond .	131
28. Ebenso in Länge und Breite	132

4. Planeten betreffend.

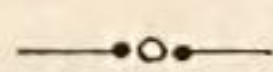
29. Parallaxen - Rechnung für Planeten, Kometen, Sonne etc.	133
30. Die jeweilige Entfernung der Sonne von ihren Planeten oder der Planeten von der Erde zu berechnen	135
31. Einen gemessenen Planetendurchmesser auf die mittlere Entfernung zu reduzieren	136
32. Die Verschiebung der geocentrischen Planetenmitte wegen der Bewegung des Planeten und der Erde im Raume zu berechnen	138
33. Beobachtungen von der Erdoberfläche aus auf den Erdmittelpunkt zu reduzieren und umgekehrt	139
34. Den mittleren und den wahrscheinlichen Fehler nach der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmen	139
35. Die Rotationszeit eines Planeten oder eines Fleckes auf ihm zu berechnen	142
36. Die genaue Lage eines Fleckes auf Jupiter zu berechnen	142
37. Polardurchmesser - Messungen des Saturn zu korrigiren	143
38. Korrektion von Messungen der Mars - Polarflecke	143
39. Die Abplattung eines Planeten zu berechnen	144
40. Das Volumen » » » »	144
41. Die Dichtigkeit » » » »	145
42. Die Masse » » » »	146
43. Die Centrifugalkraft eines Planeten zu berechnen	147
44. Die Bewegungsschnelligkeit eines Planeten pro Sekunde zu berechnen . .	147
45. Zu berechnen, welche Schnelligkeit ein von einem Planeten ausgeschleudeter Körper haben müsste, um aus seinem Anziehungsbereich zu kommen .	147

Vierter Teil.

Tafeln.	Seite
I. Jeden Tag des Jahres in Bruchteilen eines Jahres auszudrücken . . .	151
II. Stunden, Minuten und Sekunden in Teilen des Tages auszudrücken .	152
III. Verwandlung der Zeit in Bogen	153
IV. » der Bogen in Zeit	154
V. » » mittleren Zeit in Sternzeit	155
VI. » » Sternzeit in mittlere Zeit	156
VII. Kimmtiefe	157
VIII. Mittlere Refraktion	157
IX. Korrektion derselben für Temperatur	158
X. » » » Barometerstand	159
XI. Verwandlung der Thermometer- und Barometer-Skalen	160
XII. Höhen-Parallaxe der Sonne	160
XIII. » » » Planeten	161
XIV. Dauer der bürgerlichen Dämmerung	161
XV. » » astronomischen »	162
XVI. Längen der Breite- und Längengrade von Grad zu Grad	163
XVII. Geographische Lage verschiedener Sternwarten	164
XVIII—XXII. Hilfstafeln zur Berechnung von Zeitbestimmungen aus korre-	
spondirenden Sonnenhöhen	165
XXIII. Konventionelle Zeichen und Abkürzungen	176
XXIV. Lage der Lichtgrenze auf dem Monde am 1. März 1780—1899 . . .	177
XXV. Lichtgrenze des Mondes für jeden Tag des Jahres	178
Nachträge	180
Inhaltsverzeichnis	181
Inserate	187
Lage und Ausrüstung der Privatsternwarte des Lesers	195
Schriftliche Notizen	196



Verzeichnis der Abbildungen.



	Seite
1. Manora - Sternwarte	4
2. Refraktor der Manora - Sternwarte	5
3. Grosser Refraktor von Reinfelder & Hertel	10
4. Refraktor auf Eisensäule	11
5. Refraktor auf hölzernem Dreifuss	11
6. Refraktor mit horizontaler Bewegung	13
7. Parallaktischer Tubus	13
8. Horizontaler Tubus	14
9. Kleiner Tubus	14
10. Kometensucher	15
11. Parallaktischer Kopf des Manora - Refraktors	17
12. Objektiv	19
13. Monocentrisches Okular	21
14. Mittenzwey'sches Okular	21
15. Huygens'sches Okular	21
16. Revolver - Okular	23
17. Vernier	27
18. Beobachtungsstul	28
19. Beobachtungslampe, aussen	29
20. Beobachtungslampe, im Durschschnitt	29
21. Taschenspektroskop	30
22. Sternspektroskop nach Zöllner	31
23. Sternspektroskop nach Vogel	31
24. Polarisations - Helioskop	32
25. Dynameter	33
26. Ring - Mikrometer	34
27. Positionswinkel und Messung eines Doppelsternes	34
28. Mikrometer der Manora - Sternwarte	35
29. Mikrometer nach Secretan	36
30. Mikrometer englischer Form	36
31. Pendeluhr der Manora - Sternwarte	37
32. Chronodeik	38
33. Dipleidoskop	39
34. Kleinstes Passagen - Instrument	40
35. Transportables Passagen - Instrument	40
36. Universal - Instrument	41

	Seite
37. Universal - Durchgangs - Instrument	41
38. Transportables Durchgangs - Instrument	42
39. Fernrohr - Stellung, Kreis praecedens	52
40. Fernrohr - Stellung, Kreis sequens	52
41. Erklärung der Aufstellungsfehler	54
42. Centrirtes Sternbild	58
43. Nichtcentrirtes Sternbild	58
44. Vorrichtung zur Sonnenprojektion	61
45. Sonnenfleckengruppe	65
46. Der Mond im ersten Viertel	67
47. Jupiter am 24. Februar 1897	69
48. Jupiter am 22. März 1897	69
49. Streifenbenennung des Jupiter	72
50. Karte der Jupiter - Oberfläche am 27. Januar 1895	76
51. Karte der Jupiter - Oberfläche am 17. März 1895	77
52. Saturn am 9. Juli 1896	80
53. Saturn am 27. August 1897	80
54. Karte der Mars - Oberfläche 1894	81
55. Karte der Mars - Oberfläche 1894 — 1897	82
56. Mars am 7. Oktober 1894	83
57. Mars am 14. Oktober 1894	83
58. Mars am 24. November 1896	84
59. Mars am 11. Dezember 1896	84
60. Venus am 6. März 1897	85
61. Venus am 12. August 1897	86
62. Merkur 1896	87
63. Uranus 1896	88
64. Messung eines Planeten	103
65. Innere Ansicht des Manora - Mikrometers	104
66. Durchgangs - Instrument von Secretan	106
67. Durchgangs - Instrument von Heyde	107
68. Meridian - Marke	108
69. Erklärung des trigonometrischen Dreiecks	123



Im Verlag der
Deutschen Lehrmittel-Anstalt Franz Heinr. Klodt
Frankfurt a. M.

erschienen:

Der Sternenhimmel

zu jeder Stunde des Jahres,

eingerrichtet als

Drehbare Sternkarte, Ausgabe A, nicht transparent, hübsches Modell		<i>M</i>	1.25
do.	do.	Ausgabe B, transparent	<i>M</i> 1.60
do.	do.	Ausgabe C, transparent und mit Beleuchtungsapparat	<i>M</i> 1.85

Dieser letztere Apparat kann wie eine Laterne getragen werden.

Drehbare Sternkarte, Ausgabe D, eingerichtet zum Anhängen an jede Lampe	<i>M</i>	1.75
--	----------	------

Drehbare Sternkarte, Ausgabe E, mit Lichtschirmständer, welcher verstellbar und so eingerichtet ist, dass er vor jeder Tischlampe aufgestellt werden kann	<i>M</i>	5.—
--	----------	-----

Falls eine transparente Karte Ausgabe B bis D schon vorhanden ist, liefern wir den Ständer auch einzeln für . . . *M* 3.50

Immerwährender Schreib- und Wandkalender mit einstellbarem Sternhimmel für jede Stunde des Jahres. Sehr beliebt als Zimmer- oder Kontorschmuck	<i>M</i>	3.—
---	----------	-----

Grosse drehbare Stern-Wandkarte für den Schulgebrauch	<i>M</i>	15 —
--	----------	------

Diese Karte ist eingerichtet wie die kleine Ausgabe, Format ungefähr ein Quadratmeter. Durch einen angebrachten Zeiger mit daran beweglicher Sonnenscheibe ist es dabei nicht nur möglich, die Sonnenlaufbahn deutlich zu erklären, sondern auch den Auf- und Untergang der Sonne, den Eintritt der vier Jahreszeiten genau vorzuführen. Für Schulen ist diese Karte unentbehrlich.

Grosse Schul-Stern-Wandkarte, aufgezogen auf Leinwand mit Stäben	<i>M</i>	8.25
---	----------	------

Sonnen-Uhr, einstellbar auf jeden Breitengrad, also an jedem Ort brauchbar. Das transportable kleine Modell mit Kompass, in hübscher Ausführung, wird in einem Würfelgehäuse aufbewahrt	<i>M</i>	2.75
--	----------	------

Unterhaltung und Belehrung

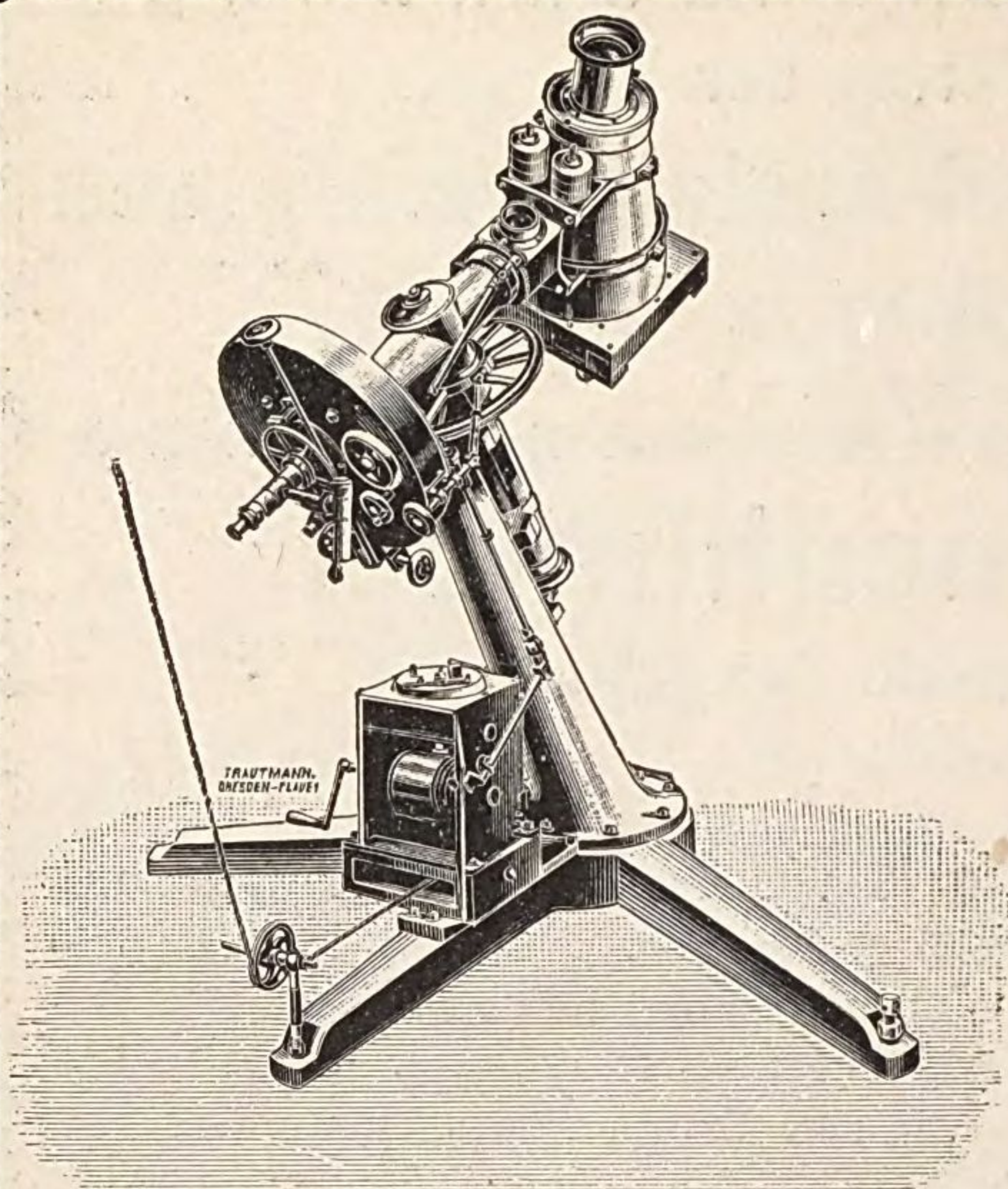
bietet:

Klodt's **verwandelbare Astronomische Doppel-Laterna magica**

Metamorphose.

Dieselbe dient zur Vorführung von Sternbildern an der Zimmerdecke, wie auch von unterhaltenden Bildern an der Wand. Ausgezeichneter Unterhaltungsapparat für Familien und Vereine.

 **Interessenten wollen besondern Prospekt darüber verlangen.**



Photogr. Äquatoreal der Kais. Universitätssternwarte Moskau.

Specialitäten:

Sämmtliche
Präcisions - Instrumente
in den bewährtesten Constructionen
zu civilen Preisen.

Einfachere Instrumente
jeder Grösse
speciell für Liebhaber-Astronomen.

Komplette
Einrichtungen ganzer
Observatorien.

Sternwartenkuppeln
jeder Grösse,
schnee- u. regen-
dicht.

Staatsprämie!

Gustav Heyde, Dresden

Ammon-
strasse 32.

**Mathem.-
mechan. Institut**

und
**Werkstätten
für Präcisionsoptik.**

Feinste Empfehlungen!

Specialitäten der Präcisionsoptik.

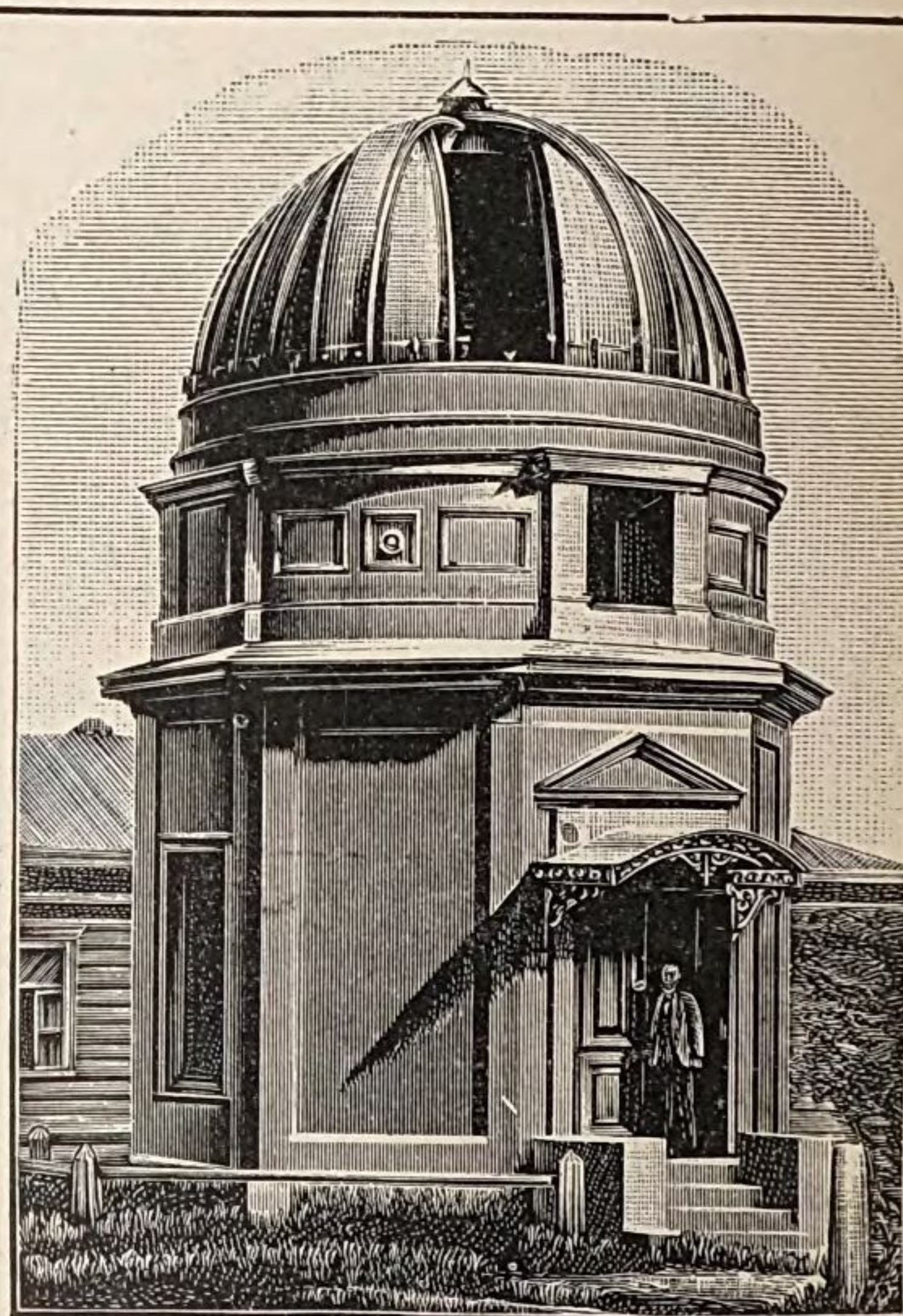
**Fernrohrobjektive jeder Grösse
und Brennweite.**

Alle Arten Okulare,
Sonnengläser, Prismen, Plan- und
Hohlspiegel etc.

Neuheit! *H* Apochromaten.

Photograph. Objektive
von unerreichter Lichtstärke u. korrektester
Zeichnung.

Preislisten gratis.



Für obiges Instrument gelieferte Kuppel.

Fernrohre jeder Grösse
mit und ohne Uhrwerk,
Silberspiegel-Teleskope
(Brachyte)

eigener Construction
für astronomische Beobachtungen
sammt allen hierzu gehörenden Hilfsinstrumenten
empfiehlt in vorzüglichster Ausführung

Karl Fritsch vorm. **Prokesch**
Optische Präcisions-Werkstätte
WIEN VI.

Gumpendorferstr. 31.



C. Bäker, Uhrmacher

Nauen b. Berlin

Uhren und Goldwaaren.

Spezialität: **Goldene Herren- und Damenuhren, silberne Anker-
uhren** für wissenschaftliche Zwecke im Preise von *M* 90.— bis
M 250.—; die besseren mit Prüfungsschein von der Kaiserlichen
Seewarte in Hamburg.

— **Glashütter Uhren.** —

Anfertigung von $\frac{1}{1}$ und $\frac{3}{4}$ Sekundenregulatoren nach Angabe mit Kompensation.

Werkstatt für Präzisionsarbeit.

Privat-Lehranstalt für Uhrmacher.

Beste Empfehlungen stehen zur Seite.

Mitglied der Vereinigung von Freunden der Astronomie u. kosmischen Physik.

Bei Aufträgen Referenzen erbeten.

Gegründet 17. VII. 1850.

Reelle Bedienung!

Solide Preise!

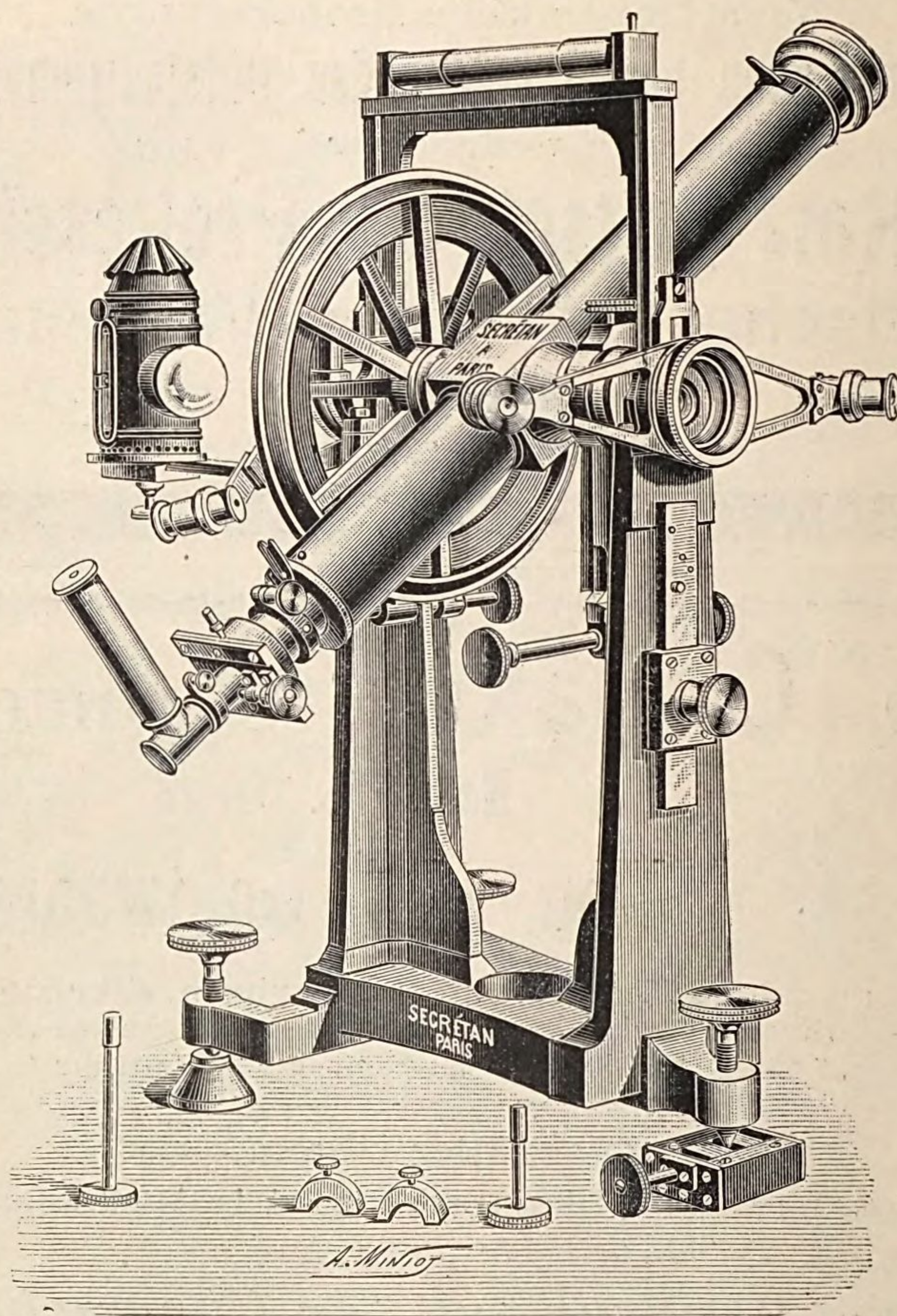
G. SECRETAN

successeur de Lerebours et Secretan

Constructeur d'Instruments d'Astronomie
et de Géodésie

13 Place du Pont Neuf, **PARIS.**

== Voir ou demander le catalogue. ==



== Katalog steht gern zu Diensten. ==

Circle méridien portatif, construit dans les Ateliers
de Secretan à Paris.

Tragbarer Meridiankreis, erbaut in den Werkstätten
von Secretan in Paris.

Durch alle Buchhandlungen oder direkt aus **A. Hartleben's Verlag**
in **Wien I**, Seilerstätte 19, zu beziehen

Atlas der Himmelskunde.

Auf Grundlage der Ergebnisse der coelestischen
Photographie.

62 Kartenseiten (mit 187 Einzeldarstellungen) und 67 Foliobogen Text
mit 540 Abbildungen

von

A. v. Schweiger-Lerchenfeld.

In 30 Lieferungen, Gross-Folio-Format.

Jede Lieferung 60 Kr. = 1 Mark = 1 Fr. 35 Cts. = 60 Kop.

In Prachtband 24 fl. = 40 Mark = 53 Fr. 35 Cts. = 24 Rubel.

Ein astronomisches Prachtwerk wie dieses hatte der Buchhandel bisher nicht zu verzeichnen. Zum erstenmale entrollt die Himmelsphotographie in ihrem ganzen Umfange all das Ueberraschende und Bedeutende, das sie in relativ kurzer Zeit geschaffen. Die vielen prächtigen Text-Abbildungen, Instrumente aller Art, grosse und kleine Himmelsphotographien, verbunden mit dem stattlichen Format und dem reichen, fließend und anregend geschriebenen Text, vereinigen sich hier zu einem Werke von ebenso tiefem Inhalt als vornehmer Erscheinung. Die unmittelbare Anteilnahme vieler hervorragender Astronomen und Sternwarten an diesem Prachtwerke giebt die Bürgschaft, dass hier etwas Aussergewöhnliches geboten wird. Unter solchen Umständen konnte ein beispielloser Erfolg nicht ausbleiben. Das Werk ist in jeder Beziehung einzig in seiner Art.

Die Erde.

Eine allgemeine Erd- und Länderkunde.

Von

Dr. Franz Heiderich.

Mit 215 Illustrationen, 143 Textkärtchen und 6 Karten in Farbendruck.

56 Bogen. Lexikon-Oktav.

In Original-Halbfranzband 11 fl. = 20 Mk. = 26 Fr. 70 Cts. = 12 Rubel.

Die Erde in Karten und Bildern.

Hand-Atlas in 63 Karten, 125 Bogen Text mit 1000 Illustrationen.

Vollständig in 5 Abtheilungen à 5 fl. = 8 Mark = 10 Fr. 70 Cts. =

4 R. 80 Kop. Elegant in Halbfranz-Prachtband gebd. 30 fl. = 50 Mk.

= 66 Fr. 70 Cts. = 30 Rubel.

A. Hartleben's Verlag, Wien I. Seilerstätte 19.

Verlag von Eduard Heinrich Mayer, Leipzig.

—*— Zu beziehen durch jede Buchhandlung. —*—

Astronomische Abende.

*

Allgemein verständliche Unterhaltungen
über
Geschichte und Ergebnisse der Himmels-
Erforschung.

Von

Dr. Hermann J. Klein.

—*— Vierte, —*—

vielfach umgearbeitete und vermehrte,
illustrierte Ausgabe.

8°. 25 Bg. eleg. brosch. Preis 5.50 M.

Original-Einband 6.50 M.

„Die Himmel erzählen die Ehre Gottes“, diese herrlichen Worte passe auch für die „Astronomischen Abende“ Kleins als schönstes Motto; und wer vor solchem Buche mit seinen Weisheiten aus religiösen Gründen Bedenken tragen sollte, es zu empfehlen, um dessen Glauben muß es schwach bestellt sein; im Gegentheil, das Lesen solcher Werke kann im Menschen nur die echte Religiosität bestärken!“

(Westermann's Monatshefte.)

Kosmologische Briefe

über die Vergangenheit, Gegenwart u. Zukunft
des Weltbaues.

Für Gebildete.

Von Dr. Hermann J. Klein.

Dritte, gänzlich umgearbeitete und wesentlich vermehrte Auflage Mit 3 Lichtdruck- u. 3 Tondrucktafeln. 80. 308 Seiten — Elegant broschirt Preis 5 Mark. Original-Einband 6 Mark.

Hermann J. Klein genießt als populär-wissenschaftlicher Schriftsteller einen nicht unbedeutenden Ruf, und seine Werke erziehen sich mit Fug und Recht einer fast allgemeinen Beliebtheit. Insbesondere haben die kosmologischen Briefe seit ihrem ersten Erscheinen im Jahre 1876 sich einen stetig wachsenden Kreis von Lesern und Verehrern zu erwerben gewußt. Sie verdienen aber auch die weitgehendste Beachtung in reichem Maße, und ich möchte sie zu den besten Erzeugnissen des Kleinschen Geistes zählen. Jeder wird das Buch mit Vergnügen in die Hand nehmen und ungern wieder fortlegen. Der Laie findet reiche Belehrung, ohne durch trockene Aufzählungen gestört zu werden, aber auch dem Fachmann kann es mannigfache Anregung bieten. Die vorliegende dritte Auflage trägt zwar denselben Titel wie die zweite, hat aber mit derselben außer dem Titel und einigen Kapitelüberschriften sehr wenig gemein, so daß sie eigentlich als eine ganz neue Schrift angesehen werden muß. Alles ist auf den neuesten Standpunkt der Wissenschaft gebracht, hier erweitert, dort fortgelassen, so daß eine vergleichende Gegenüberstellung der älteren und der neueren Ausgabe kaum möglich erscheint. Wir können das Buch jedem aufs wärmste empfehlen.

(Neue Preussische Kreuzzeitung.)

Führer am Sternenhimmel.

Für

Freunde astronomischer
Beobachtung.

Von

Dr. Hermann J. Klein.

Mit zahlreichen Abbildungen im Text,
sowie 7 Lichtdruck-Chromo- und lithograph.
Tafeln.

30 Bogen 80. Eleg. brosch. Preis M. 8.—.

Original-Einband M. 9.—.

Der wohlbekannte Autor des „Stern-Atlas“, der „Astronomischen Abende“, der „Kosmologischen Briefe“ etc. bietet hier dem Jünger der Astronomie ein eminent praktisches Buch, das als Ergänzung ähnlicher Werke der Sternkunde, die aber mehr die theoretische Seite dieser Wissenschaft berücksichtigen, dienen kann und in hohem Maße geeignet ist, die vielen Schwierigkeiten, die gerade die Astronomie dem Anfänger entgegenstellt, überwinden zu helfen.

(Naturae Novitates.)

Stern-Atlas

für

Freunde der Himmelsbeobachtung.

Von

Dr. Hermann J. Klein.

Enthaltend:

Sämtliche Sterne 1.—6.5 Größe zwischen dem Nordpol und 34. Grad südl. Deklination, alle Nebelflecken und Sternhaufen, welche in Ferngläsern mittlerer Größe sichtbar sind, sowie Spezialarten besonders interessanter Sternobjekte.

Mit

ausführlichem erläuternden Text.

18 Karten und 10 Bogen Text gr. Folio.

Original-Ganzfranzband.

Preis 16 Mark.

Verlag von Eduard Heinrich Mayer, Leipzig.

→: Zu beziehen durch jede Buchhandlung. :←

Jahrbuch der Astronomie und Geophysik.

Enthaltend

die hervorragendsten Fortschritte auf den
Gebieten: **Astronomie, Meteorologie, physika-
lische Erdkunde.**

Herausgegeben unter Mitwirkung von Fach-
männern

von **Dr. Hermann J. Klein.**

I.—VIII. Jahrg. 1890-1897. gr. 8°. Preis kart. à 7 Mk.

Was die seinerzeit auch von Klein heraus-
gegebene „Revue der Fortschritte der Natur-
wissenschaften“ im allgemeinen bezweckte, das
will bei dem ins Riesenhafte angewachsenen Stoffe
das erwähnte Jahrbuch jetzt lediglich auf dem
Gebiete der Astronomie und Geophysik bieten.
In gedrängter Form wird hier das Wesentliche
geboten, was im Laufe des verflossenen Jahres
sowohl in der periodischen Litteratur, wie in
selbstständigen Werken auf dem Gebiete der
Astronomie und Geophysik zu Tage getreten
ist; bei aller Kürze erhalten wir doch genügend
erschöpfende Berichte, so dass man nicht nur
einen flüchtigen Ueberblick von den Leistungen
erhält, sondern auch sachlich soweit in Kennt-
nis gesetzt wird, dass man eine Vorstellung von
den neueren Erscheinungen und ein Urteil über
diese erhält. Bei der Fülle des Stoffes, die der
Einzelne, selbst der Fachmann, im Original gar
nicht mehr bewältigen kann, ist die Aufgabe,
die das Jahrbuch erfüllt, eine überaus dankens-
werte. (Münchener Allgem. Zeitung.)

Spaziergänge durch das Himmelszelt.

Astronomische Plaudereien.

Von

Leo Brenner,

Direktor der Manora-Sternwarte
in Lussinpiccolo.

Gr. 8. 25 Bog. mit 7 Tafeln u. 20 Textbildern.

Brosch. Mark 5.50.

Originalband Mark 6.50.

Die kernige, aber doch gefällige, leichte
Schreibweise Leo Brenner's bringt es mit sich,
dass wohl niemand — auch der vollständige
Laie nicht — das Buch aus der Hand legt, ohne
den behandelten, ausserordentlich reichen Stoff
zu verstehen und tiefer in die Geheimnisse des
Himmelszelts einzudringen.

Dadurch unterscheidet sich Brenner's Buch
vorteilhaft von anderen „populären Werken“
und erhält einen nicht zu unterschätzenden
pädagogischen Wert für Jedermann.

Gaea Natur und Leben.

Centralorgan

zur Verbreitung naturwissenschaftlicher
und geographischer Kenntnisse,

sowie der

**Fortschritte auf dem Gebiete der gesamten
Naturwissenschaften.**

Unter Mitwirkung vieler hervorragenden
Gelehrten herausgegeben

von

Dr. Hermann J. Klein.

Vierunddreissigster Jahrgang 1898.

Jährlich 12 Hefte mit zahlreichen Tafeln und
Abbildungen. Preis Mk 12.— pro anno.

Sirius Zeitschrift für populäre Astronomie.

Herausgegeben unter Mitwirkung

hervorragender

Fachmänner und astronomischer Schrift-
steller

von

Dr. Hermann J. Klein.

Einunddreissigster Jahrgang 1898.

Jährlich 12 Hefte mit Tafeln in Lichtdruck.

Preis Mk 12.— pro anno.



Probenummern liefert jede Buchhandlung, bei direkter Bestellung
auch die Verlagshandlung.



Verlag von Eduard Heinrich Mayer, Leipzig.

→: Zu beziehen durch jede Buchhandlung. ←

Mond-Atlas.

Entworfen nach den Beobachtungen
an der

Pia-Sternwarte in Triest

von

Joh. Nep. Krieger,

Mitglied der astronomischen Gesellschaft.

I. Band.

gr. 4^o. Mit 28 Tafeln und Ansicht der Sternwarte.

Preis elegant gebunden M 12.—.

Der erste Band dieses gross angelegten Werkes enthält die Darstellung von 63 verschiedenen Mondformationen auf 28 Tafeln. Das Werk ist für **Berufsastronomen** und für die zahlreichen **Freunde astronomischer Forschung** von unschätzbarem Wert.

Das Weltall und seine Entwicklung.

Darlegung der neuesten Ergebnisse der kosmologischen
Forschung

von

E. F. Theodor Moldenhauer.

Inhalts-Übersicht.

1. Das All, 2. Das Sonnensystem, 3. Die Erde, 4. Die Sonne, 5. Der Mond, 6. Die Planeten, 7. Feuerkugeln, Meteorite, Sternschnuppen, Kometen, 8. Der Einheitsgedanke im Sonnensystem, 9. Der Stoff und die Kraft, 10. Ballung und Umlauf, 11. Die Drehung, 12. Verdichtung und Ringbildung, 13. Die Entfaltung unserer Planetenwelt, 14. Der »kritische Punkt« in der Weltkörperentwicklung, 15. Der Gestaltungsprozess des Mondes, 16. Die Konstituierung der Erde, 17. Der Erdvulkanismus der Vorzeit, 18. Der Sonnenvulkanismus, 19. Die Eiszeit der Erde, 20. Der Erdvulkanismus der Jetztzeit, 21. Der Ursprung der Meteoritenschwärme, 22. Perspektiven.

Neue, mit einer Einleitung des Verfassers vermehrte Ausgabe.

Broschiert in 2 Bänden **M 14.50**, in engl. Leinen gebunden **M 16.—.**

Das Unternehmen ist eins von denen, welche dem deutschen Namen Ehre machen. Verfasser und Verleger haben sich hier verbunden, eine Kosmologie zu schaffen, die bald auf den Tischen aller Gebildeten als etwas Unentbehrliches sich Eingang verschaffen sollte. Der überaus schwierige Stoff ist hier von einem Wissen- den in streng wissenschaftlicher Methode so klar und anziehend behandelt, dass das Studium jedes einzelnen Kapitels anregend wirkt und sich inhaltlich tief einprägt.

(»Isis.«)

Karl Fritsch vorm. Prokesch

k. u. k. priv. optische und mechanische Präcisionswerkstätte

WIEN VI, Gumpendorferstr. 31.

Fernrohre 

 **(Tuben, Refraktoren)**

jeder Grösse.

Brachyte,

sehr handliche Silberspiegel-Teleskope.

Ein parallaktischer 3 - Zöller kostet 290 fl. ö. W.

» » 4 » » 355 » » »

 *Die Leistungen sind gleichgrossen Refraktoren
vollkommen gleichwertig.*

Die Versilberung ist sehr haltbar und kostet die eventuelle
Neuversilberung nur 3—5 fl. ö. W.

Ferner

alle Hilfsinstrumente 
für astronomische Beobachtungen
(Spectroscope, Prismenoculare, Helioskopische
Oculare etc.)

empfiehlt  in vorzüglicher Ausführung 

Karl Fritsch vorm. Prokesch

k. u. k. priv. optische und mechanische Präcisionswerkstätte

WIEN VI, Gumpendorferstr. 31.

Inhaltsverzeichnis für die schriftlichen Notizen.



34

Brenner, Leo

Handbuch für Amateur-Astronomen Leichtfassliche und allgemein verständliche Anleitungen für Laien, welche astronomische Beobachtungen machen wollen, und praktische Behelfe zum Beobachtungen für bereits thätige Amateure. Mit 69 Abbildungen

Leipzig 1898

Astr.u. 35 gf

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11859884-5